

BOGDAN DEMCZUK JUNIOR

**INFLUÊNCIA DE PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS NAS CARACTERÍSTICAS
FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO KIWI SUBMETIDO À DESIDRATAÇÃO
OSMÓTICA E ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Renato João Sossela de Freitas

**CURITIBA
2007**

BOGDAN DEMCZUK JUNIOR

INFLUÊNCIA DE PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DO KIWI SUBMETIDO À DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E ARMAZENADO SOB REFRIGERAÇÃO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. RENATO JOÃO SOSSELA DE FREITAS
Setor de Tecnologia, UFPR

Prof.^a Dr.^a DIANA THOMÉ FACHIN
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, PUCPR

Prof.^a Dr.^a ROSEMARY HOFFMANN RIBANI
Setor de Tecnologia, UFPR

Curitiba, 14 de fevereiro de 2007.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir a inspiração na realização deste trabalho e pela presença constante em minha vida.

Aos meus pais, Bogdan e Nilce, por contribuírem sempre ouvindo e compreendendo, por terem ensinado que os grandes sonhos só se realizam com coragem, persistência e paciência. Ainda tenho muito que aprender com eles.

À minha tia Natalia e minha querida irmã Angélica, que um dia vai crescer e entender porque o irmão nunca pára de estudar. Aos tios Nadia e Eugênio Grabski, aos primos Greice e Junior. Aos tios Ana e Ernani, e ao primo Guilherme, pelos contrabandos de comida no elevador. A toda minha grande e divertida família, que torce pelo meu sucesso e entende as minhas ausências.

Ao Prof. Dr. Renato João Sossela de Freitas, por aceitar a orientação desta pesquisa com otimismo e confiança, sempre compartilhando sua experiência com boa vontade.

À Prof.^a Dr.^a Diana Thomé Fachin, da qual irei sempre lembrar com carinho, no dia em que manifestou o desejo participar da banca examinadora, mesmo sem saber que seu nome já tinha sido escolhido. À Prof. Dr.^a Rosemary Hoffmann Ribani, com quem eu gostaria de ter tido contato há mais tempo, e não apenas agora no final do curso, pois suas contribuições foram muito valiosas nas correções do trabalho. À Prof. Dr.^a Maria Lucia Masson, pelos importantes ensinamentos na disciplina de Evaporação e Secagem, e pelo constante incentivo, mesmo à distância. À Dr.^a Sônia Cachoeira Stertz, pela amizade e pela simpatia que sempre incentivaram meu trabalho, e por ter proporcionado a excepcional oportunidade de trabalhar no XX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Ao Prof. Ms. Paulo Fontoura, pela amizade, pelos conhecimentos em Análise de Alimentos, e pela paciência em sempre tirar as dúvidas de última hora que surgiam no laboratório. Ao Prof. Giovani Mocelin, PhD, pelo apoio na disciplina de Prática de Docência. À Prof.^a Dr.^a Sônia Maria Chaves Haracemiv, pelos inesquecíveis ensinamentos.

À amiga Dayane Rosalyn Izidoro, fiel companheira dos cursos de graduação e mestrado, por compartilhar todos os momentos com bom-humor, tornando as longas horas de trabalho muito mais agradáveis e pelo apoio em todos os momentos de necessidade. Pela paciência em repetir dezenas de vezes as mesmas explicações

de Estatística. Pelos empréstimos de livros, artigos e teses. Pelas caronas. E também pelas risadas, que não foram poucas. Parabéns Day, pela Engenheira de Alimentos dedicada e competente que você é.

Ao Charles Windson Isidoro Haminiuk, pelo exemplo de dedicação, pela amizade, apoio e constante incentivo. Ao Cláudio Plocharski e à Gisele Maciel, pela amizade.

Aos inesquecíveis amigos que conquistei ao longo desta caminhada, com os quais eu aprendi muito: Sônia Mara Macari, pela boa companhia no laboratório, Jocilene de Miranda Marques, pela companhia nos almoços, Maria das Graças de Lourdes Kantikas, a Graça, pelas conversas e pelos cafezinhos. Felipe Richter Reis e Pablo Dario Contreras, pelas conversas e experiências compartilhadas. Ao Diomar Augusto de Quadros, Lindamir Tomczak Tullio, Evelise Maria Garcia e Daiana Novello. Aos alunos do doutorado: Deisy Alessandra Drunkler, Osmar Roberto Dalla Santa, José Mauro Giroto, Kettelin Aparecida Arbos, Welington Hartmann, Solange Teresinha Carpes e Cristiane Schüller Monteiro. Também à Herta Stutz Dalla Santa. Muito obrigado a todos pelos momentos agradáveis compartilhados.

Ao Paulo Roberto Krainski, secretário do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pela colaboração. Às laboratoristas Helena de Lara Lucion e Maria Iverly dos Santos Rosa pela simpatia e pelo apoio. Às zeladoras, Sueli, Janete e Raimunda, pela simpatia e por manterem a organização e a limpeza dos laboratórios e salas de estudo.

Ao meu tio, Eugênio Demczuk, por ter gentilmente cedido a matéria-prima para a realização deste trabalho.

Ao Departamento de Estatística Rural (DERAL), da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná, pelas informações sobre a produção de kiwi.

Ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, pela valiosa oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela bolsa de mestrado.

Agradeço de coração a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização deste trabalho.

“O mundo está nas mãos daqueles que têm coragem de sonhar, e correr o risco de viver seus sonhos”.

Paulo Coelho

“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo, e nunca se arrepende”.

Leonardo da Vinci

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E QUADROS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	01
1.1 JUSTIFICATIVA.....	02
1.2 OBJETIVOS.....	03
1.2.1 Objetivo Principal.....	03
1.2.2 Objetivos Específicos.....	03
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	04
2.1 FRUTAS.....	04
2.2 KIWI.....	04
2.2.1 Histórico.....	04
2.2.2 Características da Espécie.....	06
2.2.3 Principais Cultivares.....	06
2.2.4 Distribuição Geográfica.....	08
2.2.5 Produção Mundial.....	08
2.2.6 Regiões Produtoras no Brasil.....	09
2.2.7 Produção Estadual.....	10
2.2.8 Composição Química e Valor Nutricional.....	11
2.2.8.1 Vitamina C.....	13
2.2.9 Colheita, Pós-colheita e Processamento.....	14
2.3 PRÉ-TRATAMENTO QUÍMICO.....	15
2.4 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	16
2.4.1 Aspectos Gerais.....	16
2.4.2 Variáveis do Processo.....	17
2.4.2.1 Agente desidratante.....	17
2.4.2.2 Concentração da solução osmótica.....	18
2.4.2.3 Temperatura de operação.....	19
2.4.2.4 Tempo de processo.....	20
2.4.2.5 Agitação.....	20

2.4.2.6 Geometria do material.....	21
2.4.3 Alterações em Alimentos Osmoticamente Desidratados.....	21
2.4.3.1 Cor.....	21
2.4.3.2 Textura.....	23
2.4.4 Transferência de Massa Durante o Processo.....	23
2.5 ATIVIDADE DE ÁGUA.....	24
2.6 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	25
2.7 ANÁLISE SENSORIAL.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 MATERIAL.....	28
3.1.1 Matéria-Prima.....	28
3.1.2 Equipamentos.....	28
3.1.3 Preservantes Químicos.....	28
3.1.4 Solução Osmótica.....	28
3.2 MÉTODOS.....	29
3.2.1 Colheita, Seleção e Armazenamento da Matéria-Prima.....	29
3.2.2 Preparo da Matéria-Prima.....	29
3.2.3 Pré-Tratamento Químico.....	30
3.2.4 Desidratação Osmótica.....	31
3.2.5 Análise Sensorial.....	33
3.2.6 Armazenamento Refrigerado.....	33
3.2.7 Métodos Analíticos.....	34
3.2.7.1 Sólidos solúveis totais por refratometria.....	34
3.2.7.2 Umidade.....	34
3.2.7.3 Sólidos totais.....	34
3.2.7.4 Acidez total titulável.....	35
3.2.7.5 Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável.....	35
3.2.7.6 Cor.....	35
3.2.7.7 Atividade de água.....	36
3.2.7.8 Vitamina C.....	36
3.2.8 Análise Estatística dos Dados.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 KIWI <i>IN NATURA</i>	37

4.2 PRÉ-TRATAMENTO QUÍMICO.....	37
4.3 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	38
4.3.1 Transferência de Massa Durante o Processo.....	39
4.3.1.1 Ganho de sólidos.....	39
4.3.1.2 Perda de água.....	40
4.3.1.3 Perda de peso.....	41
4.3.1.4 Coeficiente de desempenho.....	43
4.3.2 Parâmetros Físico-Químicos.....	44
4.3.2.1 Umidade.....	44
4.3.2.2 Atividade de água.....	45
4.3.2.3 Sólidos solúveis totais e acidez total titulável	46
4.3.2.4 Vitamina C	47
4.3.3 Variações na Cor	48
4.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	52
4.5 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	55
4.5.1 Alterações Físico-Químicas Durante o Armazenamento.....	55
4.5.1.1 Umidade e atividade de água.....	55
4.5.1.2 Sólidos solúveis totais e acidez total titulável.....	56
4.5.1.3 Vitamina C.....	57
4.5.2 Variações na Cor Durante o Armazenamento.....	58
5 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICES.....	78

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 01 – PRODUÇÃO MUNDIAL DE KIWI POR PRINCIPAIS PAÍSES EM 1999.....	09
QUADRO 01 - ÁREA PLANTADA (ha) DE KIWI NO ESTADO DO PARANÁ.....	10
TABELA 02 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO KIWI.....	12
TABELA 03 – VALOR CALÓRICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO KIWI EM RELAÇÃO A OUTROS FRUTOS.....	13
TABELA 04 – CONTEÚDO DE VITAMINA C NO KIWI E EM OUTROS FRUTOS.....	14
TABELA 05 – CARACTERÍSTICAS DO KIWI <i>IN NATURA</i>	37
TABELA 06 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS FATIAS DE KIWI <i>IN NATURA</i> E PRÉ-TRATADAS QUIMICAMENTE.....	38
TABELA 07 – COEFICIENTE DE DESEMPENHO PARA CADA TEMPO DE PROCESSO NOS DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS REALIZADOS.....	43
TABELA 08 – VARIAÇÕES NA UMIDADE DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	44
TABELA 09 – MÉDIAS PARA SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS	46
TABELA 10 – VALORES MÉDIOS DE VITAMINA C DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS	47
TABELA 11 – VARIAÇÃO TOTAL DE COR (ΔE^*) EM FATIAS DE KIWI DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA...	52

TABELA 12 – MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES NO TESTE DO PERFIL DE CARACTERÍSTICAS.....	52
TABELA 13 – VARIAÇÕES NA UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA DAS FATIAS DE KIWI DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	55
TABELA 14 – VALORES PARA SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS FATIAS DE KIWI ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO.....	56
TABELA 15 – VALORES MÉDIOS DE VITAMINA C DAS FATIAS DE KIWI DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	58
TABELA 16 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COR DAS FATIAS DE KIWI DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO.....	59

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 –	A AVE QUE DEU NOME AO FRUTO.....	05
FIGURA 02 –	CORTE TRANSVERSAL DE FRUTOS DE CINCO CULTIVARES DE KIWI.....	07
FIGURA 03 –	PRODUÇÃO DE KIWI NO ESTADO DO PARANÁ (2003/2004).....	11
FIGURA 04 –	TRANSFERÊNCIA DE MASSA NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	17
FIGURA 05 –	COORDENADAS RETANGULARES DO SISTEMA HUNTERLAB.....	22
FIGURA 06 –	DIAGRAMA DE FLUXO DO PROCESSO ESTUDADO.....	30
FIGURA 07 –	GANHO DE SÓLIDOS EM FATIAS DE KIWI DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	39
FIGURA 08 –	PERDA DE ÁGUA EM FATIAS DE KIWI DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	41
FIGURA 09 –	PERDA DE PESO EM FATIAS DE KIWI DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS.....	42
FIGURA 10 –	VARIAÇÃO NA ATIVIDADE DE ÁGUA DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	45
FIGURA 11 –	VARIAÇÃO NA LUMINOSIDADE L* EM FATIAS DE KIWI DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA..	49
FIGURA 12 –	VARIAÇÃO DE CROMA a* EM FATIAS DE KIWI DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA	50
FIGURA 13 –	VARIAÇÃO DE CROMA b* EM FATIAS DE KIWI DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA.....	51
FIGURA 14 –	PERFIL SENSORIAL DE FATIAS DE KIWI OSMOTICAMENTE DESIDRATADAS.....	54

FIGURA 15 – VARIAÇÃO TOTAL DE COR (ΔE^*) EM FATIAS DE KIWI OSMOTICAMENTE DESIDRATADAS ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO.....	60
---	----

RESUMO

A vida moderna, aliada ao interesse por uma dieta saudável, tem provocado uma demanda do mercado por alimentos com características de frescos, prontos para o consumo e apresentando praticidade e conveniência. Em resposta a esta demanda, a indústria de alimentos desenvolveu tecnologias de processamento brando para conservação das características originais e manutenção da qualidade do produto final. Os kiwis são especialmente apreciados pela aparência atrativa de sua polpa, seu valor nutritivo e por possuir substâncias que auxiliam na prevenção de doenças específicas. Um processo brando de conservação é a desidratação osmótica, capaz de remover parte da água do alimento e incorporar solutos, podendo utilizar pré-tratamentos químicos de interesse na preservação do produto final. O presente trabalho estudou a influência de três pré-tratamentos químicos (cloreto de cálcio, ácido cítrico e ácido ascórbico) na desidratação osmótica e posterior armazenamento refrigerado de fatias de kiwi. A desidratação ocorreu em solução de sacarose a 50°Brix, por 150 minutos em banho termostático com agitação a 40°C e 70 rpm. As fatias acondicionadas em embalagens plásticas foram armazenadas em refrigerador a 3°C por 16 dias. O tratamento com cloreto de cálcio proporcionou maior ganho de sólidos durante a desidratação osmótica. A perda de água e a perda de peso foi maior para as fatias que receberam tratamento com ácido cítrico e ácido ascórbico. A atividade de água das fatias tratadas com ácido cítrico e ácido ascórbico apresentou os menores valores. A menor perda de acidez foi verificada no tratamento com cloreto de cálcio. A relação sólidos solúveis/acidez titulável apresentou valores ao final do processo mais que o triplo do inicial para todos os tratamentos. As perdas de vitamina C durante a desidratação osmótica representaram em média 40% do conteúdo inicial. O tratamento controle proporcionou maior perda de vitamina C durante o processo e os tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico proporcionaram menores perdas de vitamina C ao longo do armazenamento. As fatias pré-tratadas com cloreto de cálcio foram as que melhor mantiveram a cor do kiwi *in natura*. O único tratamento a apresentar variações na umidade das fatias no decorrer do armazenamento foi o tratamento controle. A atividade de água não variou durante o armazenamento. Não houve alterações significativas no teor de sólidos solúveis das fatias de kiwi ao longo dos 16 dias de armazenamento refrigerado. Os valores de acidez titulável também não variaram. A relação sólidos solúveis/acidez titulável diferiu para os tratamentos controle (água destilada) depois de 12 dias de armazenamento refrigerado e aos 16 dias para o pré-tratamento com cloreto de cálcio. As menores perdas de vitamina C no armazenamento ocorreram nos pré-tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico. A variação total da cor no armazenamento das fatias de kiwi ocorreu em menor escala no pré-tratamento com cloreto de cálcio. A análise sensorial mostrou que o kiwi tratado com ácido ascórbico apresentou maior rejeição pelos provadores. A maior aceitação foi para as amostras tratadas com cloreto de cálcio, principalmente nos atributos sabor e cor. Constatou-se que o pré-tratamento com cloreto de cálcio ocasionou melhor manutenção das características do kiwi *in natura* durante o processo de desidratação osmótica e durante o armazenamento refrigerado.

Palavras-chave: kiwi, pré-tratamento, desidratação osmótica, armazenamento refrigerado.

ABSTRACT

Modern life style, allied to an interest for healthy diet, has been caused a market demand for fresh-like foods, ready for consumption and convenience. In response to this demand the food industry developed mild processes technologies aiming to maintain original characteristics and product final quality. Kiwifruits are especially appreciated for the attractive appearance of the pulp, in addition to its nutritive value and containing substances that help in the prevention of specific diseases. Still, this fruits require preparation before its consumption. A mild preservation process is the osmotic dehydration, able to remove part of the water of the food, and incorporating solids, using chemical pre-treatments of interest in the preservation of food original characteristics. This work studied the influence of three kinds of chemical treatments on osmotic dehydration and cooled storage of kiwifruit slices. Osmotic dehydration process was carried out with sucrose solution (50°Brix) during 150 minutes in a thermostatic bath at 40°C and 70 rpm. The slices were placed in plastic package and stored in a refrigerator at 3°C for a period of 16 days. Calcium chloride presented more solid gain during process. The more water loss and weight reduction was obtained with acid treatment. The less water activity was verified on slices treated with acid solutions. Calcium treatment caused minor acidity loss. The ratio total soluble solids/total titrable acidity presented at the end of the process the triple values. Vitamin C lost 40% from initial values. Control treatment caused the major vitamin C losses and the treatment with acids caused the minor vitamin C losses. The color of kiwifruit slices were maintained by calcium treatment. The control treatment was the only one that caused humidity variation during storage. Water activity did not decreased during storage. There was no variation of total soluble solids and acidity during storage. The total soluble solids/total titrable acidity presented differences after 12 days to control treatment and after 16 days for calcium treatment. The minor losses of vitamin C occurred on acid treated slices. The less total color variation on kiwifruit storage occurred to calcium treated slices. Sensory evaluation showed that ascorbic acid treated slices were rejected and calcium treated slices received good acceptance. Calcium pre-treatment caused the best maintenance of kiwifruit characteristics during osmotic process and cooled storage.

Key-words: kiwifruit, pre-treatment, osmotic dehydration, cooled storage.

1 INTRODUÇÃO

O kiwi é um fruto originário da Ásia e foi recentemente disponibilizado ao consumidor brasileiro, o que pode explicar em parte o seu baixo consumo, para o qual contribui também o custo elevado. O fruto é rico em vitamina C, minerais e fibras e a polpa é colorida e atrativa.

O freqüente consumo de frutas é valorizado pelos benefícios à saúde e pela contribuição para a melhoria da qualidade de vida. A necessidade do mercado consumidor por produtos convenientes ocasionou o surgimento de cadeias de *fast food*, levando ao consumidor alimentos pobres em fibras, vitaminas e minerais e ricos em sal, gordura e açúcar. Um reflexo destes hábitos alimentares ficou aparente no aumento da incidência da obesidade e de doenças cardiovasculares. Hoje, o consumidor já tem acesso a alimentos ao mesmo tempo convenientes e saudáveis. O processamento brando agrega aos frutos, produtos saudáveis por natureza, o valor da conveniência. Com a tecnologia atualmente disponível, já é possível encontrar no mercado frutas descascadas e cortadas, com características frescas, prontas para o consumo.

Um processo brando de conservação que pode ser aplicado a frutas mantendo a sua integridade estrutural, nutricional e funcional é a desidratação osmótica, capaz de remover parte da água por imersão do alimento em uma solução hipertônica.

Durante a desidratação osmótica podem acontecer alterações no fruto tratado, principalmente em decorrência do dano celular e da solubilização e arraste dos componentes do alimento. Desta forma, podem ser realizados tratamentos prévios à desidratação osmótica com aditivos que mantenham as características do fruto *in natura*.

Frutas submetidas à desidratação osmótica branda mantêm seu processo respiratório, dando continuidade ao amadurecimento e senescência. A deterioração de um alimento vegetal se dá por reações oxidativas resultantes do próprio metabolismo celular e/ou da atividade de enzimas que utilizam o oxigênio como substrato. Estas reações podem ser minimizadas com o uso de baixas temperaturas durante o armazenamento.

Assim, a aplicação da desidratação osmótica branda com pré-tratamentos químicos associada ao armazenamento refrigerado pode manter os atributos de qualidade do kiwi, agregando valor à cultura.

1.1 JUSTIFICATIVA

Ao tomar o tema como objeto de estudo, a literatura disponível indicou que estudos sobre a estabilidade de frutas osmoticamente desidratadas frente diferentes tipos de pré-tratamentos químicos são ainda pouco explorados. A partir desta observação, foi verificada a importância de se realizar pesquisas sobre este assunto.

As mudanças nos hábitos de consumo dos alimentos tem levado a uma maior ingestão de frutas e hortaliças em vez de produtos industrializados. Simultaneamente, os consumidores buscam produtos com qualidade e praticidade. Nesse contexto, a demanda por frutos e hortaliças minimamente processadas tem evoluído rapidamente.

Profissionais relacionados à saúde e a alimentação têm aderido à campanha “5 a day”, que preconiza o consumo diário de cinco porções de frutas e /ou hortaliças (VILAS BOAS, 2002).

O kiwi possui alto valor nutritivo, sendo rico principalmente em vitamina C, apresentando grande aceitação nos mercados consumidores (CARVALHO; LIMA, 2002).

Levando em consideração as modificações nutricionais que ocorrem em produtos de frutas durante a industrialização e conservação, podem ser investigados pré-tratamentos e a combinação com um processo brando que venham a garantir a preservação das características originais da fruta.

A utilização de preservantes químicos como pré-processamento de frutas tem a função de prevenir reações oxidativas de vitaminas, manter a cor no produto final e melhorar a textura e o sabor do alimento.

A desidratação osmótica é um processo que proporciona a remoção parcial da água no alimento e resulta em um produto com alta qualidade, em virtude da

possibilidade da impregnação de componentes de interesse sensorial e nutricional (PEREIRA, *et al.*, 2003).

A região Centro-Sul do Paraná é a maior produtora de kiwi do Estado (PARANÁ, 2004). Segundo TRICHES e SEBBEN (2004), a maior quantidade de kiwi consumida no Brasil é importada de outros países, principalmente do Chile, pois a produção nacional não atende à demanda interna. Assim, existe mercado garantido para os produtores brasileiros, tendo em vista a crescente demanda.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Principal

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de três pré-tratamentos químicos (cloreto de cálcio, ácido cítrico e ácido ascórbico) na conservação das características físico-químicas e sensoriais do kiwi submetido à desidratação osmótica e das características físico-químicas depois do armazenamento refrigerado.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar as características físico-químicas do kiwi *in natura*;
- Determinar a perda de massa, ganho de sólidos e perda de água no processo de desidratação osmótica;
- Investigar as alterações de cor durante o processo de desidratação osmótica e ao longo do período de armazenamento;
- Investigar as alterações do conteúdo de vitamina C e da acidez total titulável no processo de desidratação osmótica e ao longo do período de armazenamento;
- Avaliar as características sensoriais do produto após a desidratação osmótica.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FRUTAS

Segundo ARTHEY e ASHURST (1997), a fruta e seus derivados são produtos de interesse no comércio mundial, por constituírem importantes fontes de renda em muitos países, principalmente naqueles em desenvolvimento. Seu crescente consumo nos países desenvolvidos deriva do conhecimento dos benefícios à saúde.

Mais da metade da população mundial está representada pela população da Ásia e quase três quartos do total vivem em países em desenvolvimento. Os países avançados dependem, cada vez mais, de bens importados, o que tem gerado uma demanda por produtos propensos à deterioração durante seu armazenamento, que são cozidos, processados, embalados e comercializados em todo o mundo. Gera-se assim uma indústria de grande importância, que proporciona numerosos empregos e um ativo comércio internacional (ARTHEY; ASHURST, 1997).

Infelizmente, o excesso de frutas frescas não é sempre completamente utilizado e valorizado como deveria. Somente uma quantidade limitada de produtos originários destes frutos é produzida e comercializada (DONADIO, 2000).

2.2 KIWI

2.2.1 Histórico

A cultura do kiwi é originária das regiões montanhosas da China, onde crescia em estado selvagem até 1900. Passou a ser introduzida na Nova Zelândia em 1906, de onde prosperou (DUCROQUET, 1977; ASHURST, 1999).

De acordo com ALBUQUERQUE (2004), a denominação dada ao fruto é em homenagem a uma ave (Figura 01), que é encontrada somente nas ilhas que formam a Nova Zelândia. Ela possui hábitos noturnos e como não tem

predadores, acabou perdendo as asas no processo evolutivo, vivendo no chão. Segundo uma lenda dos nativos *maori*, Kiwi foi o único dos filhos de *Tanehokahoka*, pai de todos os pássaros, que aceitou a sina de viver no chão para salvar a floresta, alimentando-se dos insetos rasteiros que destruíam as raízes das árvores. Por isso, perdeu as penas coloridas e as asas, mas em compensação tornou-se o mais querido de todos os pássaros. Sua lenda é tão marcante entre os neozelandeses que o pássaro acabou virando símbolo nacional, e o nome kiwi passou a ser usado como denominação de tudo o que se origina da Nova Zelândia, inclusive seu próprio povo.

FIGURA 01 – A AVE QUE DEU NOME AO FRUTO



FONTE: ALBUQUERQUE, 2004.

No Brasil, o fruto é conhecido como kiwi ou quivi. Na China, é denominado *yang tao*; na Itália, *actinidia*; nos Estados Unidos, *chinese goosberry*; na França, *groseille de China*; na Inglaterra, *sheep peach* e *monkey peach* (ZUCCHERELLI; ZUCCHERELLI, 1987; FERGUSON; BOLLARD, 1990).

2.2.2 Características da Espécie

O kiwi (*Actinidia deliciosa*) é uma planta pertencente à família *Actinidiaceae* e é caracterizado por apresentar raízes carnosas, ramificadas e com tendência a distribuírem-se no substrato superior do solo. Possui caule flexível e sarmentoso quando jovem. À medida que a planta torna-se adulta, os caules lignificados tornam-se lenhosos e resistentes. Os ramos crescem rapidamente, podendo alcançar 6 a 8 metros em um ano. Em determinada fase, a extremidade tende a enrolar-se em uma estaca em apertadas espirais (SAQUET; BRACKMAN, 1995).

O kiwi é uma espécie caducifólia típica de clima temperado e suporta baixas temperaturas numa época de repouso vegetativo. Nos meses de setembro e outubro inicia-se a brotação. As flores são dióicas e ambas possuem ovário e estames, porém as plantas polinizadoras possuem o ovário atrofiado e as plantas produtoras possuem estames com pólen estéril. A floração ocorre durante os meses de outubro a novembro, sendo que o fruto atinge a maturação fisiológica em abril e maio (MATTIUZ, 1995).

O fruto é uma baga de forma ovóide, esférica ou alongada, dependendo da cultivar. O peso pode chegar a 150 gramas nas cultivares melhoradas geneticamente. Possui película delgada, porém firme, coloração marrom e encoberta de pêlos. A polpa é atrativa por apresentar coloração verde-esmeralda, sendo as sementes pardo-escuras muito pequenas e dispostas radialmente (FERGUSON; BOLLARD, 1990).

2.2.3 Principais Cultivares

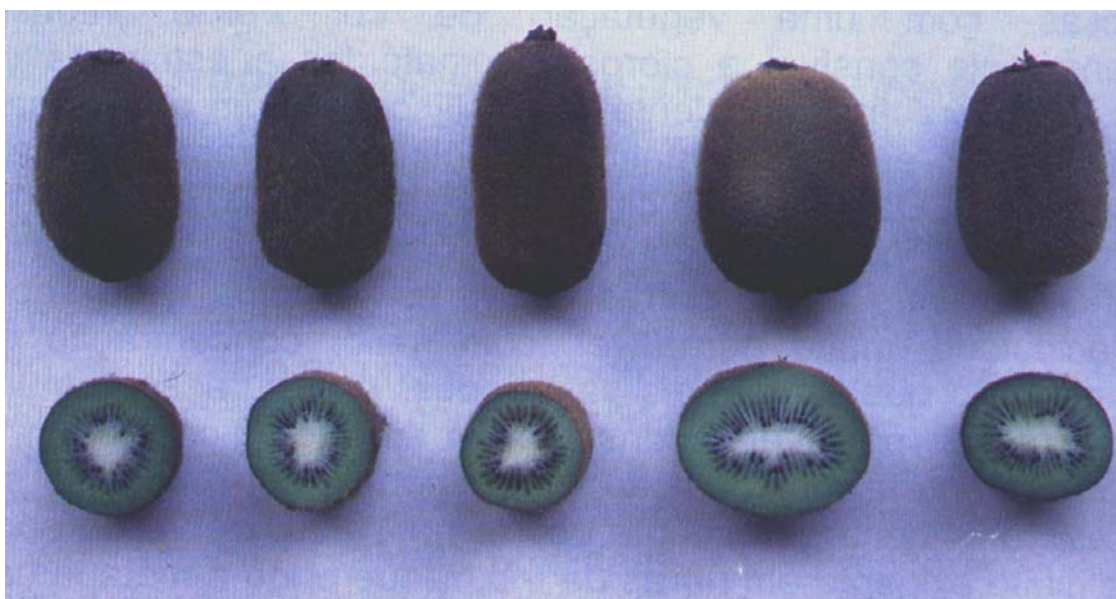
Três espécies classificadas de *Actinidia* assumem papel mais importante: *A. deliciosa*, *A. kolomikta* e *A. arguta*. Estas duas últimas são importantes pela maior resistência ao frio; sua folhagem é ornamental e os frutos não têm valor comercial, devido ao seu tamanho reduzido. *Actinidia deliciosa* é a espécie que apresenta maior importância por produzir frutos com características nutritivas,

organolépticas e visuais que os fazem de grande valor comercial (SOUZA; MARODIN; BARRADAS,1996).

As cultivares mais produtivas e plantadas no mundo são de origem neozelandesa, destacando-se *Hayward*, *Bruno*, *Monty*, *Allison*, *Abbot*, *Geensil*, *Gracie*, *Jones* e *Elmwood* como variedades produtoras e *Tomuri*, *Matua* e *M-3* como polinizadoras (ZUCCHERELLI; ZUCCHERELLI, 1987).

No Brasil, as principais cultivares produzidas são *Abbott*, *Hayward*, *Bruno* e *Monty*, com destaque para as duas últimas, cultivadas na região Centro-Sul do Paraná. Na Figura 02 é mostrado o corte transversal de cinco variedades de kiwi.

FIGURA 02 – CORTE TRANSVERSAL DE FRUTOS DE CINCO CULTIVARES DE KIWÍ



NOTA: Da esquerda para a direita, kiwis da variedade *Abbot*, *Allison*, *Bruno*, *Hayward* e *Monty*.

FONTE: CACCIOPPO, 1989.

Uma boa cultivar de quiveiro deve apresentar vigor, rusticidade, produtividade, frutos de tamanho médio a grande e de forma regular, oval ou oblonga, tendendo a arredondado, com uma pilosidade suave e facilmente eliminável. A polpa, na fase de maturação, deve possuir cor verde brilhante, aroma acentuado e apresentar sabor equilibrado entre ácidos e açúcares (SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

2.2.4 Distribuição Geográfica

No ano de 1904, as primeiras mudas de kiwi foram levadas da China para a Nova Zelândia por Alexander Allison. Assim, foram obtidas as primeiras plantas, representando importância comercial. Foram melhoradas geneticamente e obtiveram-se diversas cultivares na Nova Zelândia, país que detém a maior produção e exportação no mundo (ZUCCHERELLI; ZUCCHERELLI, 1987).

A espécie agrícola expandiu-se pela Europa, no início do século XX, mais precisamente na Inglaterra. A produção agrícola recebeu amplos estímulos na Itália e na França. Mais tarde, expandiu-se para os Estados Unidos, Grécia, Austrália, Japão e África do Sul (AFONSO; LOPES, 1993; KASTER, 1994).

Já na América do Sul, o Chile foi o país pioneiro na introdução do cultivo comercial da espécie. O Instituto Agrônomo de Campinas introduziu o kiwi no Brasil em 1971, sendo cultivado inicialmente em Campos do Jordão – SP, expandindo-se a seguir na região serrana do Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, onde encontrou ótimo potencial para o seu desenvolvimento (SANTOS, 1989; SCHUCK, 1992; SOUZA; MARODIN; BARRADAS, 1996).

De acordo com ZENI (1991) e SIMONETO e GRELLMANN (1998), no Brasil, a comercialização foi incrementada de forma mais acentuada a partir da década de 80 quando alguns pomares implantados no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo entraram na sua fase produtiva.

Somente nos últimos 10 anos, a cultura vem despertando um interesse crescente em razão dos bons preços alcançados pelo fruto no mercado nacional, pelo potencial produtivo, baixo custo de produção, e aos poucos problemas fitossanitários apresentados (SCHUCK, 1992).

2.2.5 Produção Mundial

No que se refere à produção de kiwi, a Nova Zelândia é o maior país produtor, de acordo com a Tabela 01, registrando em 1999, mais de 50% da

produção mundial. Neste ano, a quantidade de área plantada no Brasil era próxima à do Chile, mas a produção em toneladas foi seis vezes menor.

TABELA 01 – PRODUÇÃO MUNDIAL DE KIWI POR PRINCIPAIS PAÍSES EM 1999

PAÍS	ÁREA PLANTADA (ha)	%	PRODUÇÃO (ton)	%
Nova Zelândia	16.906	43,54	338.124	51,27
França	6.555	16,88	96.900	14,69
Itália	5.472	14,09	68.400	10,37
Estados Unidos	3.990	10,28	61.560	9,33
Japão	3.420	8,81	51.437	7,80
Chile	570	1,47	22.800	3,46
Austrália	912	2,35	11.400	1,73
África do Sul	456	1,17	5.472	0,83
Brasil	547	1,41	3.390	0,51
TOTAL	38.828	100	659.483	100

FONTE: TRICHES; SEBBEN (2004).

2.2.6 Regiões Produtoras no Brasil

A maioria do kiwi consumido no Brasil é importada de outros países, pois a produção nacional não atende à demanda interna (TRICHES; SEBBEN, 2004). Entretanto, o kiwi nacional está se valorizando no mercado devido ao aumento no consumo mundial ao mesmo tempo em que os países considerados produtores tradicionais, como a Itália, Nova Zelândia e Chile não têm mais condições de continuar aumentando sua área plantada (FEPAGRO, 2005).

A região Sul do país é responsável por 80% da produção nacional de kiwi, em função do clima frio, propício para o desenvolvimento da fruta. A produção vem crescendo em média 25% nos últimos anos, atingindo cerca de 6,5 mil toneladas/ano (PÁGINA RURAL, 2005).

2.2.7 Produção Estadual

De acordo com o Quadro 01, pode se perceber que a área plantada de kiwi no estado do Paraná apresentou um aumento considerável nos últimos seis anos e que maior parte da produção está concentrada na região Centro-Sul do estado. Esta expansão na cultura do kiwi pode ser explicada pela aceitação da fruta pelos consumidores. O crescimento também demonstra uma tendência na expansão da cultura do kiwi no Paraná.

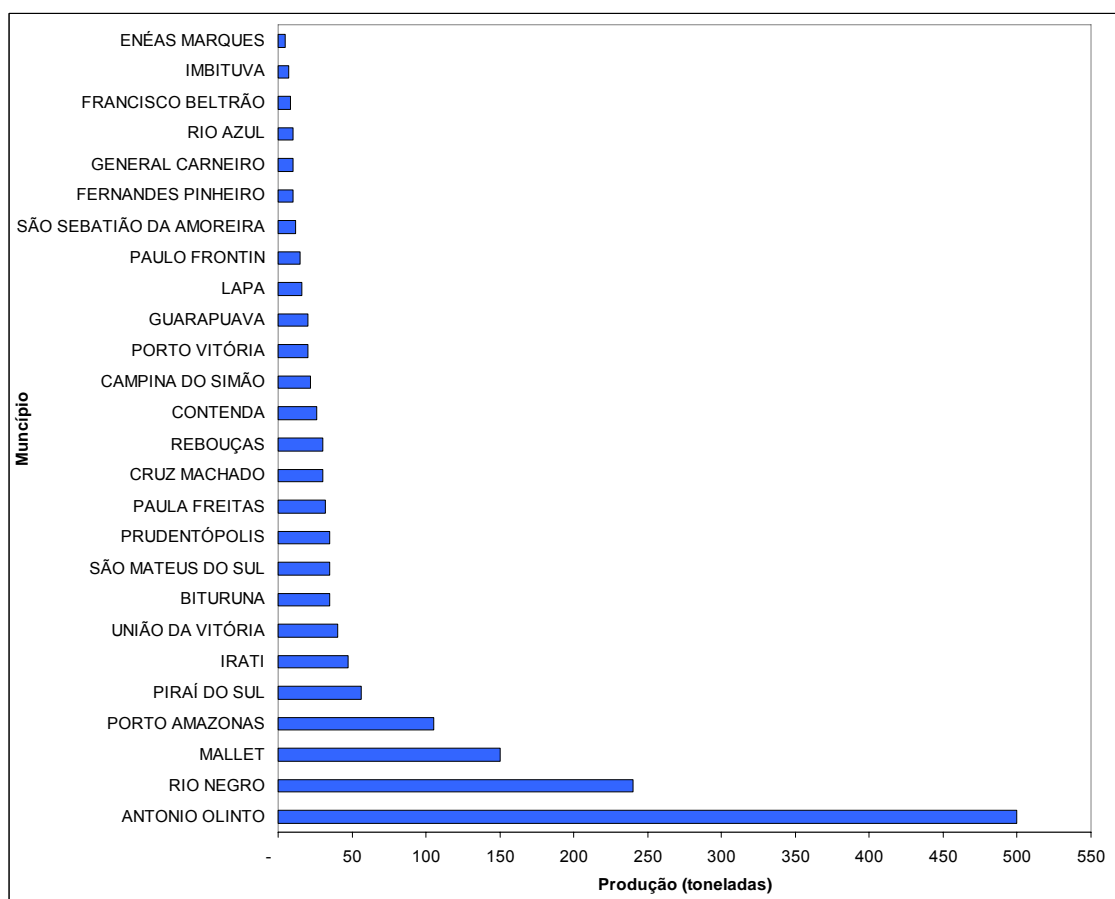
QUADRO 01 – ÁREA PLANTADA (ha) DE KIWI NO ESTADO DO PARANÁ

MUNICÍPIO	ANO							
	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Antonio Olinto	16,00	16,00	20,00	30,00	35,00	30,00	31,00	35,00
Balsa Nova	-	-	-	-	1,00	-	-	-
Bituruna	0,50	0,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Bocaiúva do Sul	-	-	-	2,00	2,00	-	-	-
Cafelândia	-	1,00	0,02	0,02	0,02	0,01	-	-
Campina do Simão	-	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Carlópolis	0,20	-	-	-	-	-	-	-
Contenda	-	-	-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cruz Machado	5,00	5,00	5,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Enéas Marques	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00
Fazenda Rio Grande	-	-	-	2,00	2,00	-	-	-
Fernandes Pinheiro	-	-	-	-	4,00	4,00	2,50	2,50
Francisco Beltrão	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
General Carneiro	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	2,00
Guamiranga	-	-	-	-	1,00	1,00	-	-
Guarapuava	-	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	3,00
Imbituva	-	-	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00
Irati	-	-	14,50	15,50	15,50	16,00	16,00	17,00
Ivaí	-	-	-	-	-	-	0,45	-
Lapa	-	-	-	-	-	2,00	2,00	2,00
Mallet	19,50	10,00	10,00	13,00	13,00	13,00	14,00	18,00
Paula Freitas	-	-	1,50	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00
Paulo Frontin	1,00	1,00	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Piraí do Sul	-	7,00	-	5,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Porto Amazonas	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	6,00
Porto Vitória	-	-	-	1,00	1,00	3,00	3,00	4,00
Prudentópolis	-	-	18,00	18,00	18,00	18,00	13,00	13,00
Quatro Barras	-	5,00	5,00	5,00	5,00	-	-	-
Rebouças	-	-	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00
Rio Azul	-	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00
Rio Negro	-	-	-	-	-	-	-	10,00
São Mateus do Sul	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00
São Sebastião da Amoreira	-	-	-	-	-	-	-	1,50
Sengés	-	-	-	-	-	2,00	-	-
Teixeira Soares	-	-	-	-	0,50	1,00	-	-
Terra Boa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
União da Vitória	3,00	4,00	4,00	5,00	5,00	3,00	4,00	4,00

FONTE: PARANÁ, 2004.

Nos anos de 2003 e 2004, a produção de kiwi no Paraná foi liderada pelos municípios de Antonio Olinto, Rio Negro, Mallet, Porto Amazonas, Piraí do Sul, Irati e União da Vitória, conforme mostrado na Figura 03.

FIGURA 03 – PRODUÇÃO DE KIWI NO ESTADO DO PARANÁ (2003/2004)



FONTE: PARANÁ, 2004.

2.2.8 Composição Química e Valor Nutricional

Por conterem uma variedade de vitaminas e minerais essenciais, as frutas sempre foram consideradas como alimentos reguladores do metabolismo. Do ponto de vista das propriedades funcionais fisiológicas, elas têm sido altamente recomendadas pela sua riqueza em vitamina C, carotenóides, substâncias fenólicas, substâncias sulfuradas, glicosídeos indólicos, frutooligossacarídeos, dentre muitos outros, que pela ação antioxidante, exercem ação protetora contra

a evolução de processos degenerativos que conduzem a doenças e ao envelhecimento (SGARBIERI; PACHECO, 1999).

O kiwi contém compostos medicinais úteis, como vitaminas, carotenóides e minerais (WILLS; LIM; GREENFIELD, 1986). Segundo MOTOHASHI *et al.* (2002), o kiwi é conhecido no folclore chinês pela sua atividade anticancerígena devido à inibição da multiplicação de diversos tipos de células, e conforme SOUZA, MARODIN e BARRADAS (1996), o fruto possui propriedades terapêuticas no tratamento da constipação e pela sua riqueza em vitamina C, potencializa as defesas do organismo na prevenção de enfermidades como gripes e resfriados.

Na Tabela 02 é mostrada a composição química e o valor nutricional do kiwi natural, polpa e sementes, sem casca, conforme diferentes autores.

TABELA 02 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL DO KIWI

	USDA (2004)	TACO (2004)	FAVIER (1999)	Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (1999)	Le kiwi (2004)
CONTEÚDO POR 100 g					
Energia STD (kcal)	60,52	51	47	51	47
Energia STD (kJ)	253	214	201	217	196
Água (g)	83	86	83	83,8	83
Proteínas (g)	1	1	1,1	1,0	1,1
Carboidratos (g)	14,4	11	10	n.d.	10
Fibras (g)	3,42	2,7	2,5	3,9	2,5
Lipídeos (g)	tr.	1	0,6	n.d.	0,6
Sódio (mg)	5,26	<0,4	4	4	4
Magnésio (mg)	n.d.	11	17	25	11
Fósforo (mg)	n.d.	33	37	30	37
Potássio (mg)	331,57	269	287	295	287
Cálcio (mg)	26,3	24	27	40	27
Ferro (mg)	0,3	0,3	0,4	0,8	0,4
Vitamina C (mg)	97,3	71	80	20-300	80
Vitamina B ₁ (mg)	0,02	<0,02	0,01	0,01	0,01
Vitamina B ₂ (mg)	0,05	<0,02	0,04	0,05	0,04
Vitamina B ₆ (mg)	n.d.	n.d.	0,13	n.d.	0,13

NOTA: n.d.: não declarado

tr.: traços

SOUZA, MARODIN e BARRADAS (1996) compararam a composição média em 100 g de fruta fresca de frutos de kiwi com outros frutos de grande consumo, como é mostrado na Tabela 03.

TABELA 03 – VALOR CALÓRICO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO KIWI EM RELAÇÃO A OUTROS FRUTOS

FRUTO	CALORIAS (KCAL)	ÁGUA (%)	PROTEÍNAS (%)	LIPÍDIOS (%)	GLICÍDIOS (%)	SAIS MINERAIS (%)
Kiwi	53	80	1,6	0,3	1,1	1,50
Laranja	44	87	0,7	0,2	9,0	0,27
Banana	90	75	1,4	0,5	20	0,70
Abacaxi	51	86	0,5	0,2	12	0,32

FONTE: SOUZA; MARODIN; BARRADAS (1996).

2.2.8.1 Vitamina C

A vitamina C (ácido ascórbico) é um composto hidrossolúvel, sendo também conhecida como ácido L-ascórbico, ácido anti-escorbútico, ácido hexurônico, ácido cevitânico, ácido L-xiloascórbico, ascorbil palmitato e ascorbil nicotinato (MERVYN, 1993).

É conhecida por prevenir e curar o escorbuto, uma das mais conhecidas doenças da antiguidade (MOSER; BENEDICH, 1991). Sabia-se que o escorbuto era causado em virtude da carência de frutas frescas e vegetais na dieta humana (KOROLKOVAS; BURCKHALTER, 1982).

A quantidade de vitamina C em produtos naturais é influenciada por vários fatores, como tipo de solo, forma de cultivo, condições climáticas, procedimentos agrícolas para cultura e armazenagem. Ao longo do processamento, a vitamina C é suscetível às influências desfavoráveis pela ação da luz, altas temperaturas, meios alcalinos, contato com o oxigênio, contato com o frio e umidade do ar (BALSINI, 2003).

Juntamente com o mamão, o maracujá e o abacaxi, o kiwi pode ser considerado como um recurso adicional de vitamina C na dieta, ou como substituto das frutas cítricas tradicionais (VINCI *et al.*, 1995). O kiwi, quando comparado com outras frutas, revela ser excelente fonte de vitamina C (Tabela 04).

TABELA 04 – CONTEÚDO MÉDIO DE VITAMINA C NO KIWI E EM OUTROS FRUTOS

FRUTO	VINCI <i>et al.</i> (1995)	TACO (2004)	USDA (2004)	CACIOPPO (1989)	Deutsche Forschungsanstalt Für Lebensmittelchemie (1999)
CONTEÚDO MÉDIO (mg/100 g)					
Kiwi	67,23	71	97,3	75-150	20-300
Abacaxi	30,60	n.d.	8	25	19
Laranja	49,80	54	53	50	50
Banana	n.d.	16	10	7	n.d.
Cereja	n.d.	n.d.	n.d.	11	15
Morango	n.d.	64	58	26	65
Limão	51,30	n.d.	53	37	55
Tangerina	n.d.	42	30	38	n.d.
Maçã	n.d.	2	6	2	12
Pêra	n.d.	3	4	4	5
Pêssego	n.d.	n.d.	6	4	9
Uva	n.d.	n.d.	n.d.	4	4
Maracujá	64,78	20	n.d.	n.d.	n.d.

NOTA: n.d.: não declarado

2.2.9 Colheita, Pós-Colheita e Processamento

Há sempre uma tendência do fruto ser colhido no estágio de maturação fisiológica para retardar a perda de firmeza no armazenamento. Apesar da Portaria n° 34, de 16 de janeiro de 1998 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1998) recomendar o teor de sólidos solúveis de 6,0°Brix na colheita, JUNQUEIRA (1994) sugere que este teor deve ser igual ou superior a 6,5°Brix para obter-se pleno desenvolvimento do sabor e aroma característicos. Este autor também enfatiza a importância do imediato resfriamento num período máximo de 24 horas após a colheita para a manutenção da firmeza dos frutos.

Conforme LODGE e ROBERTSON (1990), como ocorre com a maioria das frutas, o kiwi sofre algumas mudanças químicas, físicas e perdas nutricionais durante o processamento. Em particular, a cor, a textura e o sabor são os atributos mais afetados.

2.3 PRÉ-TRATAMENTO QUÍMICO

Os frutos minimamente processados possuem tempo de prateleira menor que os frutos intactos, pois sofrem uma série de estresses devido às lesões ocorridas durante o período de preparo (descasque e corte), o que acelera o metabolismo devido à destruição da ligação de enzimas e seus substratos, além de proporcionar o escurecimento da fruta. Existem algumas maneiras de contornar esses problemas, como a adição de agentes que evitam o escurecimento enzimático (ácido cítrico e ácido ascórbico) e a perda de peso (cloreto de cálcio) (LIMA *et al.*, 2005).

O ácido ascórbico é o principal antioxidante usado em frutos, hortaliças e seus sucos, para prevenir o escurecimento e outras reações oxidativas. Além de ser seguro para o consumo humano, pode aumentar o teor de vitamina C de certos frutos e hortaliças (WILEY, 1997; PRÉSTAMO; MANZANO, 1998).

A utilização de ácido ascórbico durante a desidratação osmótica de mamões foi estudada por HENG, GUILBERT e CUQ (1990), que apontaram o caráter antioxidante deste ácido por evitar a oxidação dos carotenóides, protegendo estes pigmentos. Segundo estes autores, a acidificação de alimentos antes ou durante o processo osmótico auxilia na preservação dos pigmentos da fruta e na aceleração da desidratação osmótica.

Além de antioxidante, o ácido cítrico também é um agente quelante, e é usado sinergisticamente com os ácidos ascórbico e eritórbico e seus sais neutros para quelar pró-oxidantes, e para inativar enzimas como a polifenoloxidase, que causa reações de escurecimento (WILEY, 1997).

A influência da aplicação de cálcio em frutos tem recebido considerável atenção, visto que retarda a maturação e controla desordens fisiológicas em frutas e hortaliças. Desempenha importante papel na manutenção da estrutura da parede celular, pois interage com a pectina, formando pectato de cálcio, proporcionando uma textura mais firme aos frutos (POOVAIAH, 1986).

O cálcio, que difunde no tecido, associa-se à pectina parcialmente solubilizada nas paredes celulares da fruta, firmando a estrutura e ao mesmo tempo criando uma barreira à difusão do soluto (SHIGEMATSU *et al.*, 2005).

2.4 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

2.4.1 Aspectos Gerais

Nos últimos anos, a desidratação de alimentos vem sendo objeto de pesquisas na procura de métodos de secagem que proporcionem, além de baixo custo, produtos que conservem com poucas alterações as características sensoriais e nutritivas (HENG; GUILBERT; CUQ, 1990; GOULARTE; ANTUNES; ANTUNES, 2000; KOWALSKA; LENART, 2001).

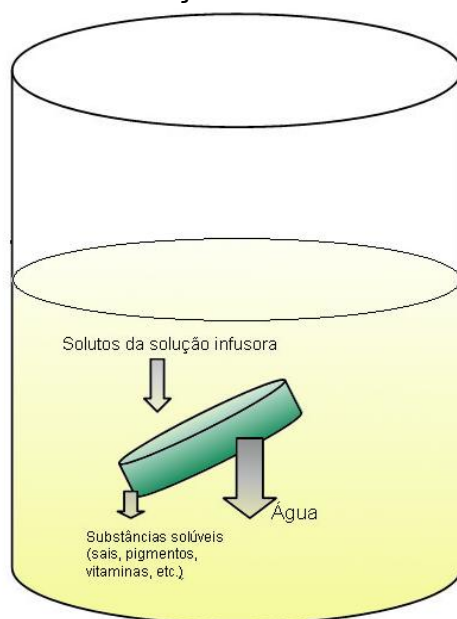
O processo consiste na remoção parcial de água pela pressão osmótica, ao se colocar o alimento em contato com uma solução hipertônica de solutos, diminuindo, assim, a atividade de água e aumentando a sua estabilidade (POKHARKAR; PRASAD; DAS, 1997; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 1999).

A característica que diferencia a desidratação osmótica de outros processos de desidratação é a penetração de solutos no alimento. Desta forma, até certo ponto, a formulação do alimento é modificada, com um estresse térmico mínimo e baixo custo do processo (TORREGGIANI; BERTOLO, 2001).

Além do fluxo de água do alimento para a solução, há um fluxo de solução para o alimento, mas o interesse pelo processo reside no fato de que o fluxo de água é maior que o fluxo de soluto (MIZRAHI; EICHLER; RAMON, 2001) (Figura 04).

A velocidade e o grau de remoção de água de um material e as mudanças na sua composição química dependem do tipo de substância osmótica utilizada, do tipo e tamanho da matéria-prima, assim como da proporção entre material e solução osmótica, temperatura, tempo de desidratação e o tipo de equipamento utilizado (KOWALSKA; LENART, 2001).

FIGURA 04 – TRANSFERÊNCIA DE MASSA NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



Dentre as principais vantagens da desidratação osmótica sobre os processos tradicionais, pode-se citar uma maior inibição do escurecimento enzimático, com melhor retenção da cor natural e baixo consumo de energia (MAEDA; LORETO, 1998).

Segundo SHUKLA (1991), a desidratação osmótica apresenta vantagem não encontrada em qualquer outro processo de desidratação, que é a obtenção simultânea de dois produtos de valor agregado: frutas semi-desidratadas e xaropes de frutas de “*flavor*” natural.

2.4.2 Variáveis do Processo

2.4.2.1 Agente desidratante

A sacarose é um agente osmótico muito utilizado por ser de fácil obtenção. Apresenta sabor agradável e baixo custo quando comparada com outros tipos de açúcares, podendo mascarar a acidez natural das frutas, aumentando o sabor

doce no produto final (PONTING *et al.*, 1966; GOULARTE; ANTUNES; ANTUNES, 2000).

A presença da sacarose na superfície do material funciona como um obstáculo ao contato com o oxigênio, prevenindo mudanças na coloração da fruta através do escurecimento não-enzimático ou enzimático. A prevenção destas alterações permite que a fruta permaneça com a aparência mais próxima à natural (PONTING *et al.*, 1966; PONTING, 1973).

O soluto pode ser empregado tanto como agente de impregnação quanto de desumidificação, sendo a impregnação beneficiada pelo uso de solutos de baixo peso molecular e a desumidificação por solutos de alto peso molecular. O cloreto de sódio e a sacarose são bastante usados como agentes desidratantes, porém qualquer soluto ou solvente muito solúvel que seja miscível com água pode ser utilizado (RAOULT-WACK, 1994).

No Brasil, o açúcar de mesa é constituído de 99,9% de sacarose e é produzido a partir de cana-de-açúcar. A importância da sacarose é oriunda de fatores como aceitabilidade, palatabilidade, alta disponibilidade e baixo custo de produção. Foi adotada como padrão de doçura relativa (poder edulcorante equivalente a um) e de perfil de sabor. A sacarose apresenta rápida percepção de doçura, sendo que o gosto doce aparente é percebido de um a dois segundos e persiste na boca por aproximadamente trinta segundos (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996).

2.4.2.2 Concentração da solução osmótica

A transferência de massa é influenciada diretamente pela concentração da solução osmótica (PONTING *et al.*, 1966; HAWKES; FLINK, 1978; CONTRERAS; SMYRL, 1991; RAOULT-WACK, LENART, GUILBERT, 1992).

VIAL, GUILBERT e CUQ (1991) constataram uma maior perda de água com o aumento na temperatura e concentração, no entanto estas variáveis não afetaram o ganho de sólidos, o que também foi verificado por PANAGIOTOU, KARATHANOS e MAROULIS (1998).

RAOULT-WACK *et al.* (1994) e LENART (1996) verificaram que em soluções com concentração inicial inferior a 40%, predomina a incorporação de solutos nos produtos, enquanto que numa concentração superior a esse percentual, há uma maior taxa de saída de água, ou seja, ocorre a desidratação propriamente dita.

O estudo da aplicação de soluções altamente concentradas (50 a 70 g de soluto/ 100 g de solução) na eficiência do tratamento osmótico foi feito por RAOULT-WACK, LENART e GUILBERT (1992). Os autores constataram que um aumento da concentração da solução osmótica proporciona uma maior perda de água e, dessa forma, uma maior perda de massa pela fruta. Sendo que o uso de soluções osmóticas concentradas pode reduzir as perdas de solutos hidrossolúveis, como o ácido ascórbico, mediante formação de uma camada periférica concentrada e prevenindo o arraste dos mesmos.

2.4.2.3 Temperatura de operação

A temperatura afeta diretamente a cinética de desidratação osmótica. Um aumento na temperatura ocasiona uma maior transferência de massa, mas se usada uma temperatura superior a 45°C, pode começar a ocorrer escurecimento enzimático e, em alguns produtos, alteração no sabor (PONTING *et al.*, 1966). Com a elevação da temperatura a viscosidade da solução osmótica diminui, e assim o coeficiente de difusão de água torna-se maior (LENART, 1996). De acordo com ESCRICHE *et al.* (2000), a perda de compostos voláteis e outras reações são reduzidas de forma acentuada ao se trabalhar com temperaturas inferiores a 45°C.

VIAL, GUILBERT e CUQ (1991), ao estudarem a desidratação osmótica de kiwi, constataram que em elevada temperatura e alta concentração de açúcar obteve-se alta taxa de transferência de água, mas não se observou influência na taxa de incorporação do soluto. O processamento a 50°C ou a temperaturas superiores levou a modificações indesejáveis na cor, no conteúdo de ácido ascórbico e de clorofila, o que não ocorreu a 40°C ou menos.

2.4.2.4 Tempo de processo

Existe uma relação direta do tempo de tratamento osmótico com a redução em peso do material (HAWKES; FLINK, 1978; CONTRERAS; SMYRL, 1991; GARROTE; BERTONE 1992).

Segundo LENART (1996), o processo de desidratação deve ser realizado num curto espaço de tempo, para que se alcance um alto grau de desidratação com um ganho de sólidos relativamente pequeno.

Períodos prolongados de imersão resultam numa tendência à acentuada elevação do conteúdo de solutos provenientes da solução infusora. O tempo necessário no processo pode ser geralmente reduzido através da utilização de temperatura mais elevada, ocorrendo por consequência uma diminuição na difusão do soluto e no nível de doçura do produto (BUCHWEITZ, 2005).

2.4.2.5 Agitação

A agitação é um dos fatores que desempenha papel importante, por tornar o processo mais rápido (PONTING *et al.*, 1966).

É criada uma diferença de concentração que favorece a remoção de água e em menor grau a incorporação de sólidos. Evita-se assim a formação de uma camada de solução desidratante ao redor do material que torna mais lenta a saída da água (RAOULT-WACK; LENART; GUILBERT, 1992; LAZARIDES; MAVROUDIS, 1996). Contudo, PONTING *et al.* (1966) lembram que é preciso ter os devidos cuidados para que não ocorram danos ao material a ser desidratado, além da necessidade de levar-se em consideração os custos decorrentes desta implementação.

A agitação tem um efeito maior sobre a difusividade em soluções mais concentradas visto que estas possuem uma viscosidade maior (HAWKES; FLINK, 1978).

2.4.2.6 Geometria do material

PONTING (1973) afirmou que o efeito das dimensões e o formato do material são de pouca significância para o processo. Entretanto, GIANGIACOMO *et al.* (1987) mencionam que sendo maior a relação superfície de contato/volume, a taxa de desidratação também será maior, sem aumentar significativamente o ganho de sólidos.

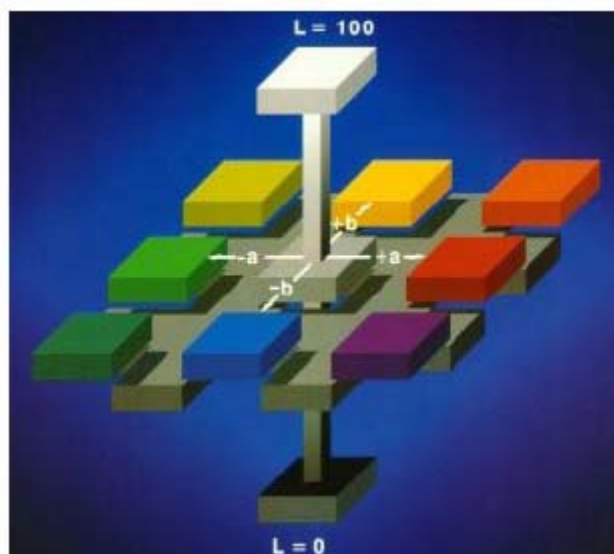
2.4.3 Alterações em Alimentos Osmoticamente Desidratados

2.4.3.1 Cor

A cor desempenha papel importante na aceitação dos alimentos pelo consumidor. A aparência do produto é a primeira impressão que o consumidor tem de um produto alimentício. Se a cor não é aceitável, outros fatores de qualidade, como o sabor e a textura, nem são julgados (FRANCIS, 1995).

Para a física ótica, a cor é definida como um feixe de radiações luminosas com uma determinada distribuição espectral. Os materiais transferem a luz que chega a eles de forma que a luz transmitida tem diferente distribuição espectral. A composição química e a estrutura do material vão definir a capacidade deste de alterar a distribuição espectral da luz (CALVO; DURÁN, 1997).

Segundo SANJINEZ-ARGANDOÑA (2005), são usadas técnicas instrumentais por espectrofotômetros para obter avaliações objetivas da cor através dos sistemas de cores (Munsell, Hunter, CIE, CIELab), definindo o espaço cromático em coordenadas retangulares (L^* , a^* , b^*). A luminosidade é representada por L^* (onde 0 representa preto e 100 representa branco), enquanto que a intensidade da cor é definida pelos parâmetros de croma a^* e b^* , onde a^* varia do vermelho (positivo) ao verde (negativo) e b^* do amarelo (positivo) ao azul (negativo). Na Figura 05 é mostrada a representação das coordenadas retangulares (L^* , a^* e b^*) de acordo com HUNTERLAB (2001):

FIGURA 05 – COORDENADAS RETANGULARES DO SISTEMA HUNTERLAB

FONTE: HUNTERLAB, 2001.

HENG, GUILBERT e CUQ (1990), ao estudarem a influência das variáveis do processo da desidratação osmótica em mamão sobre a qualidade do produto final, constataram que tanto o aumento da temperatura como do tempo de processo são fatores críticos que afetam os pigmentos da fruta.

De acordo com LOZANO e IBARZ (1997), a deterioração da cor em frutas pode ser causada por vários mecanismos como reações de escurecimento enzimático e não-enzimático do tipo Maillard.

MATUSKA, LENART e LAZARIDES (2006) relatam que um processo com altas temperaturas, maiores que 50°C, resultam em substancial degradação da cor, após a segunda hora de pré-tratamento osmótico de morangos revestidos com alginato de sódio.

BUCHWEITZ (2005) relata que ocorreu uma estabilização da cor de fatias de kiwi osmoticamente desidratado. Já a variação no parâmetro a^* em comparação à fruta *in natura*, evidencia a concentração dos pigmentos de clorofila.

De acordo com VIAL, GUILBERT e CUQ (1991), quando a desidratação osmótica é realizada numa temperatura de 40°C, a variação na cor de fatias de kiwi deve-se à variação na concentração de clorofila, cujos pigmentos não são hidrossolúveis e localizam-se nos cloroplastos, não difundindo para a solução.

2.4.3.2 Textura

A textura é um dos atributos que afetam a aceitabilidade de frutas processadas. Dependendo dos tratamentos aplicados, os alimentos processados podem tornar-se excessivamente moles. Desta forma, a importância da textura como atributo da qualidade proporciona o surgimento de pesquisas sobre técnicas de preservação com o mínimo grau de dano ao produto (ILKER; SCESNIAK, 1990; CHIRALT *et al.*, 2001).

BOLIN e HUXSOLL (1989) estudaram vários pré-tratamentos para aumentar a vida de prateleira de alimentos minimamente processados usando pêssegos, damascos e pêras. Utilizando a avaliação da textura instrumental e tendo como parâmetro de dureza a força-deformação, constataram que tratamentos por impregnação de sais como CaCl_2 (cloreto de cálcio) a 2% e ZnCl_2 (cloreto de zinco) a 1%, seguidos por empacotamento anaeróbio e estocagem em torno de -2°C , auxiliaram na conservação da cor e textura firme dos frutos durante o tempo de estocagem.

EL-BULUK, BABIKER e TINAY (1995), trabalhando com goiabas, verificaram que a firmeza da fruta estava relacionada à presença de substâncias pécticas e o amaciamento resultou de mudanças degradativas e da solubilização da pectina, devido à ação de enzimas pécticas. Dependendo do índice de maturação da fruta, pode proceder-se a inativação enzimática para a posterior desidratação. Segundo SANJINÉZ-ARGANDOÑA (1999), o favorecimento da entrada de sólidos solúveis pode diminuir a atividade de água, mantendo-se uma consistência aceitável.

2.4.4 Transferência de Massa Durante o Processo

Durante a desidratação osmótica, ocorrem dois fluxos em contracorrente: a água que flui para fora do produto em solução e simultaneamente a transferência de solutos desta solução para o alimento em estudo, por meio da membrana celular (RAOULT-WACK *et al.*, 1994).

No início da desidratação osmótica são observadas as maiores taxas de transferência de massa devido à diferença de pressão osmótica entre a solução e a parede celular do alimento e a pequena resistência da transferência de massa (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000; NIETO *et al.*, 2004).

TORREGGIANI (1993) relatou que a perda de água durante a impregnação osmótica divide-se em dois períodos: o período inicial onde nas primeiras duas horas do processo ocorre alta taxa de remoção de água e incorporação máxima de sólidos nos primeiros 30 minutos; e o período que tem uma extensão de duas a seis horas com decréscimo da taxa de remoção de água.

A mais importante transferência de massa (saída de água do interior dos tecidos) se dá nas primeiras horas do processo, pois o sistema fruta-solução tende a entrar em equilíbrio (SANTOS, 2003).

Segundo SOUZA NETO (2002), a predominância da perda de água em relação ao ganho de sólidos durante todo o processo osmótico explica a razão do balanço de massa negativo em todos os tratamentos, confirmado pela perda de peso. Observações semelhantes também foram relatadas por BERISTAIN *et al.* (1990), na desidratação osmótica de abacaxi, devido à dificuldade de difusão da sacarose através da parede celular em virtude do seu elevado peso molecular, ao contrário das moléculas de água, que têm sua difusão favorecida.

2.5 ATIVIDADE DE ÁGUA

A atividade de água é uma forma de expressar a quantidade de água em um alimento que encontra-se disponível para reações deteriorativas e para o desenvolvimento de microrganismos. Durante a estocagem, o estudo de deterioração de produtos alimentícios desidratados envolve o conhecimento da velocidade de reações específicas, em função da temperatura e da atividade de água (PADULA; OLIVEIRA, 1987).

O processamento e a conservação de alimentos têm como objetivo comum a obtenção de alimentos palatáveis e de vida útil prolongada, para permitir a sua estocagem, distribuição e consumo dentro de prazos razoáveis de utilização (TEIXEIRA NETO; JARDIM, 1996).

O teor de umidade é um parâmetro importante para a conservação de alimentos processados, mas a atividade de água tem sido o parâmetro de preferência, por estimar ou representar melhor a quantidade de água disponível para intervir nas transformações biológicas, físicas e químicas que ocorrem nos alimentos (TEIXEIRA NETO; JARDIM, 1996).

A atividade de água determina os limites mínimos de água disponível para o crescimento microbiano. A maioria das bactérias não se desenvolve em atividade de água menor que 0,91 e fungos em atividade de água abaixo de 0,80 (PADULA; OLIVEIRA, 1987).

Em geral, a atividade de água mínima para a produção de toxinas é freqüentemente maior que para o crescimento de microrganismos (SARANTOPÓULOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

No contexto dos minimamente processados, a medição da atividade de água proporciona uma ferramenta para avaliar a estabilidade dos alimentos (PROTHON; AHRNÉ, 2004). O tratamento osmótico é usado na preparação de alimentos de umidade intermediária e de alimentos minimamente processados, sendo apropriado o uso em frutas, legumes e verduras, para melhorar a qualidade do produto final (SHUKLA; 1991; RAOULT-WACK *et al.*, 1994).

2.6 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

A temperatura, tanto durante as várias fases de processamento quanto durante o período de estocagem e pré-consumo, tem estabelecido a vida útil de alimentos (LABUZA, 1984).

A refrigeração e o armazenamento em refrigerador constituem um método suave de conservação. Os alimentos refrigerados são considerados como frescos e de boa qualidade, sendo essa a razão de sua aceitação pelos consumidores. A velocidade das reações químicas e enzimáticas diminui em termos logarítmicos com a temperatura (ORDÓÑEZ, 2005).

O armazenamento em temperaturas baixas é considerado o método mais eficiente na manutenção da qualidade da maioria dos produtos vegetais, por reduzir os processos de respiração, transpiração, produção de etileno e

amadurecimento. Com isto, é aumentado o período de conservação (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986; KADER, 1992).

A temperatura é um dos fatores ambientais que mais influem no crescimento e na atividade metabólica dos microrganismos. A temperatura mínima de crescimento da maioria dos microrganismos mesófilos é de 10°C, ou seja, não representam problema sério, pois, durante a refrigeração, empregam-se temperaturas inferiores a essa. Os microrganismos psicrotróficos, que têm a capacidade de se multiplicarem a 5°C ou temperaturas inferiores, são os principais causadores de alterações em alimentos refrigerados, mas para que a refrigeração seja efetiva, é necessário, em primeiro lugar que a matéria-prima seja de boa qualidade (ORDÓÑEZ, 2005).

2.7 ANÁLISE SENSORIAL

Análise sensorial é a área científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição e permite comparar, diferenciar e qualificar os atributos sensoriais (MONTEIRO, 1984; MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991; ABNT, 1993; FERREIRA *et al.*, 2000).

As habilidades sensoriais do ser humano permitem comparar, diferenciar e qualificar os atributos sensoriais. A análise sensorial utiliza essa capacidade para avaliação, empregando uma metodologia adequada aos objetivos estudados, com auxílio de tratamento estatístico dos resultados (FERREIRA *et al.*, 2000).

De acordo com MEILGAARD, CIVILLE e CARR (1991), o homem apresenta a tendência de apreciar os atributos de um alimento na seguinte ordem: aparência, odor/aroma, consistência, textura e sabor.

Por meio da visão, têm-se as primeiras impressões do produto quanto à aparência global, envolvendo características de cor, tamanho, formato, brilho, impurezas, granulometria, e outros atributos de textura (FERREIRA *et al.*, 2000).

Odor/aroma de um produto é detectado quando compostos voláteis são percebidos na cavidade nasal e pelo sistema olfativo externo. O odor é a propriedade sensorial perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias

voláteis são aspiradas e o aroma é perceptível pelo órgão olfativo via retronasal durante a degustação (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991; ABNT, 1993).

O sabor dos alimentos é definido como a impressão percebida através de sensações químicas de um produto na boca, incluindo aroma, gosto e ação química. A sensibilidade ao gosto não se limita apenas a língua. Existem regiões que respondem também aos estímulos: palato duro, amídalas, epiglote e ainda em certas pessoas a mucosa dos lábios, das bochechas e a superfície inferior da boca (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991; FERREIRA *et al.*, 2000).

A textura pode ser definida como a manifestação sensorial da estrutura de um alimento (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991). Conforme a ABNT (1993), textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos.

Foi sugerido por ABBOT (1999) que a combinação de características de um produto deve ser denominado qualidade; a percepção do consumidor e a resposta a estas características, denominado aceitabilidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

3.1.1 Matéria-Prima

Utilizaram-se aproximadamente 20 kg de kiwi da cultivar Monty, adquiridos de um pomar comercial localizado no município de Fernandes Pinheiro – PR, safra de 2006.

3.1.2 Equipamentos

- Banho termostático com agitação;
- Medidor de atividade de água série 3TE, marca Aqualab, Decagon Devices;
- Refratômetro de bancada (PZO Warszawa, modelo RL3, Varsóvia, Polônia);
- Espectrofotômetro Hunter Lab Mini Scan XE Plus (Reston, VA., EUA);
- Balança digital.

3.1.3 Preservantes Químicos

Cloreto de cálcio, ácido cítrico e ácido ascórbico, todos de grau analítico, da marca Synth.

3.1.4 Solução Osmótica

A solução desidratante foi preparada adicionando sacarose comercial à água destilada aquecida a 70°C em quantidade suficiente para atingir uma concentração de 50°Brix. Após a homogeneização, a solução era deixada em repouso até a estabilização por cerca de 12 horas, ou até apresentar-se completamente límpida, homogênea e livre de partículas em suspensão.

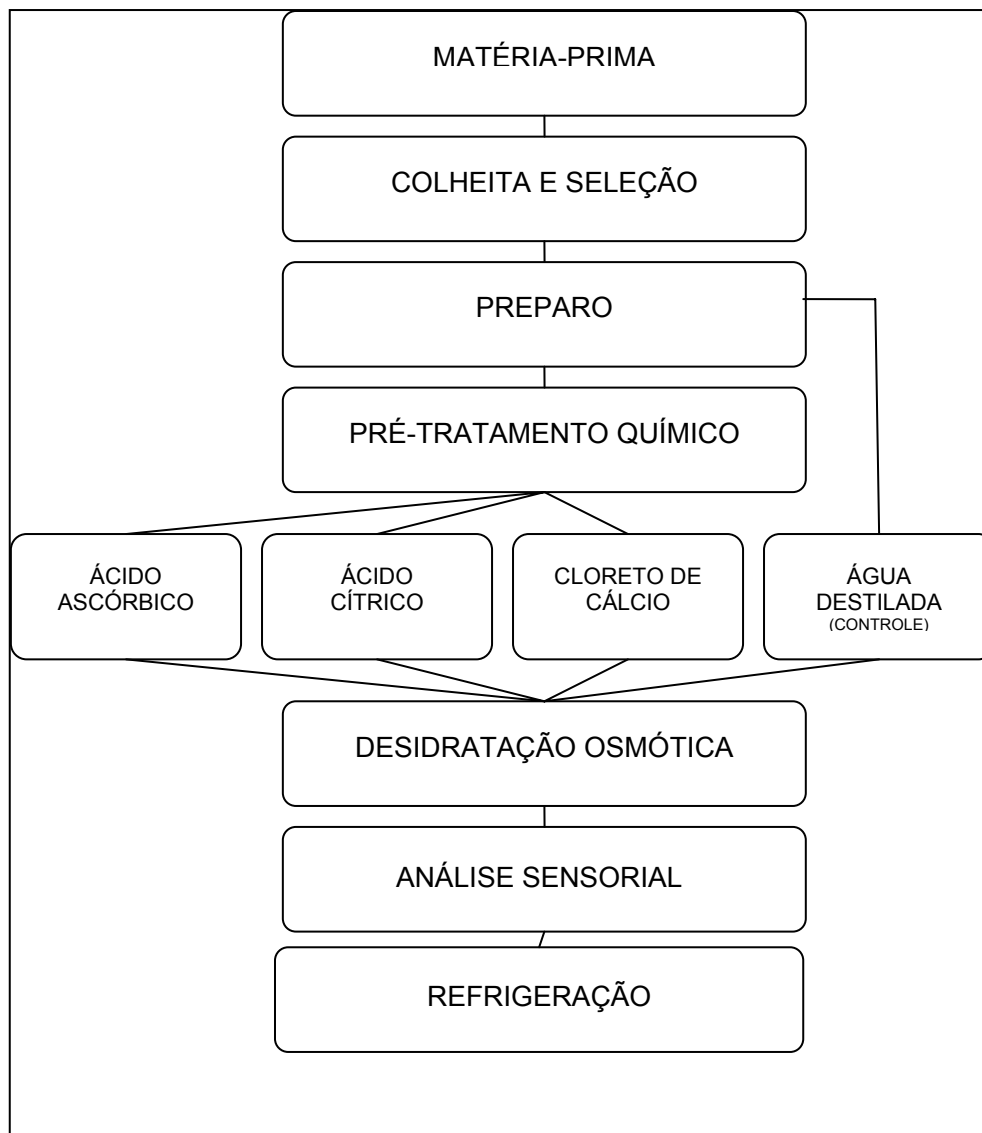
3.2 MÉTODOS

3.2.1 Colheita, Seleção e Armazenamento da Matéria-Prima.

A colheita foi realizada na primeira quinzena de abril, quando o teor mínimo recomendado de sólidos solúveis de 6,0°Brix foi atingido, conforme estabelecido na Portaria nº 34, de 16 de janeiro de 1998, do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1998). Para isso, utilizou-se um refratômetro portátil. Os frutos foram selecionados considerando-se como critérios a uniformidade do lote com relação ao tamanho e o formato. Os kiwis foram acondicionados em caixas plásticas fenestradas com capacidade de 10 kg e transportados à Usina Piloto de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, onde foram armazenadas em refrigerador à temperatura de 4°C, por 3 semanas. As etapas seguidas no desenvolvimento do processo estão representadas na Figura 06.

3.2.2 Preparo da Matéria-Prima

- Procedeu-se a pré-lavagem dos frutos em água corrente para remoção das sujidades superficiais;
- Em seguida, realizou-se a desinfecção por imersão dos frutos em solução de água fria (8°C) com 100 mg/L de hipoclorito de sódio durante 5 min;
- Foi realizado o descascamento e corte manual das fatias com 1 cm de espessura utilizando facas inoxidáveis;
- Depois do corte das fatias, estas eram separadas em 04 grupos correspondentes aos pré-tratamentos. Cada grupo constava de aproximadamente 2 kg de kiwi fatiado.

FIGURA 06 – DIAGRAMA DE FLUXO DO PROCESSO ESTUDADO

3.2.3 Pré-Tratamento Químico

- Os frutos fatiados foram imersos por 5 min nas soluções que correspondem ao tratamento de imersão em solução de cloreto de cálcio a 1% (CC), solução de ácido ascórbico a 1% (AA), solução de ácido cítrico a 1% (AC) e um tratamento controle com imersão em água destilada (AD);
- As fatias foram em seguida drenadas em peneira durante 2 min;

- Retiraram-se amostras para análises físico-químicas de cada tratamento, sendo consideradas como o tempo 0 (zero) de desidratação osmótica.

3.2.4 Desidratação osmótica

- A solução osmótica foi preparada a partir de sacarose comercial e água destilada na concentração de 50°Brix, conforme descrito no item 3.1.4;
- Para cada pré-tratamento, realizou-se a pesagem de aproximadamente 120 g de kiwi em cestos de polietileno (15 x 11 cm) com abertura de malha de 2 milímetros;
- Os cestos foram dispostos, cada um em um copo de Béquer com capacidade de 1000 mL;
- A solução osmótica previamente aquecida à temperatura de operação foi adicionada nos copos de Béquer, na proporção fruta:solução (m/m) de 1:4;
- Do conjunto de copos Béquer utilizado, sete eram destinados às determinações nos intervalos de tempo pré-estabelecidos (15, 30, 45, 60, 90, 120 e 150 min), e o restante (cinco), era destinado ao armazenamento refrigerado;
- Uma tela de material inoxidável foi posicionada dentro do Béquer mantendo preso o cesto, fazendo assim com que as fatias permanecessem imersas na solução;
- Os recipientes foram posicionados no banho a 40°C e mantidos em agitação a 70 rpm durante 150 min;
- Depois de decorrido o tempo para cada amostragem, o copo de Béquer correspondente era retirado do sistema;
- O cesto era retirado da solução osmótica, as fatias eram drenadas em peneira por 1 min, enxaguadas rapidamente com 100 mL de água destilada, dispostas sobre papel absorvente por 2 min para remoção da solução superficial e pesadas.

Para os intervalos de tempo definido no processo de desidratação osmótica, determinaram-se os parâmetros físico-químicos e os valores de perda de peso (PP), perda de água (PA), ganho de sólidos (GS), expressos em porcentagem e calculados através das Equações 01, 02, e 03, respectivamente, conforme HAWKES e FLINK (1978):

$$PP (\%) = 100(1-m_f/m_i) \quad (\text{Equação 01})$$

$$PA (\%) = 100 (U_i m_i - U_f m_f)/m_i \quad (\text{Equação 02})$$

$$GS (\%) = 100 (ST_f m_f - ST_i m_i)/m_i \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

PP (%) = perda porcentual de peso das fatias;

PA (%) = perda porcentual de água com base na massa inicial de fatias;

GS (%) = ganho de sólidos com base na massa inicial de fatias;

m_i = massa inicial de fatias;

m_f = massa final em determinado tempo de processo;

u_i = umidade inicial das fatias;

u_f = umidade final das fatias;

ST_i = porcentual inicial de sólidos totais das fatias;

ST_f = porcentual final de sólidos totais das fatias em determinado tempo de processo.

Como a desidratação osmótica é um processo que geralmente visa a máxima perda de água e a mínima incorporação de solutos, pode ser calculado também o coeficiente de desempenho (CD) (equação 04), de acordo com TONON (2005):

$$CD = (PA/GS) \quad \text{(Equação 04)}$$

Onde:

CD = coeficiente de desempenho (adimensional);

PA = perda porcentual de água com base na massa inicial de fatias;

GS = ganho de sólidos com base na massa inicial de fatias.

Este coeficiente representa a relação perda de água por ganho de sólidos, e quanto maior o valor obtido, maior é a eficiência do processo de desidratação.

3.2.5 Análise Sensorial

A análise sensorial do produto após a desidratação osmótica foi realizada por uma equipe de 20 provadores não treinados. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos julgadores com o objetivo de avaliar as diferenças entre os pré-tratamentos químicos utilizados.

Para isto, adotou-se o teste do Perfil de Características, utilizando escala estruturada de cinco pontos, onde os provadores atribuíram valores à aparência, cor, odor, sabor e textura, tendo como nota mínima o valor 1 (péssimo) e máxima o valor 5 (excelente). O perfil de características é um teste que avalia a aparência, cor, odor, sabor e textura de um produto comercializado ou em desenvolvimento. É amplamente recomendado em desenvolvimento de novos produtos, para estabelecer a natureza das diferenças entre as amostras (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

3.2.6 Armazenamento Refrigerado

- Após a desidratação osmótica, as fatias foram pesadas e acondicionadas em potes plásticos de polipropileno com tampa (capacidade de 300 g);

- As embalagens apresentavam gramatura de aproximadamente 220 g/m², espessura de 0,2 milímetros e o fechamento era realizado manualmente;
- Os potes foram devidamente identificados para cada tratamento e armazenados em refrigerador à temperatura de 3°C e umidade relativa de 87,5 ±2%;
- Retiraram-se amostras no tempo inicial (zero), e em seguida ao início de 4, 8, 12 e 16 dias de armazenamento para as análises físico-químicas.

3.2.7 Métodos Analíticos

3.2.7.1 Sólidos solúveis totais por refratometria

O teor de sólidos solúveis do kiwi foi determinado utilizando-se um refratômetro de bancada (RL3 – Polskie Zaklady Optyczne S. A.), com escala de 0 a 90°Brix e correção da temperatura para 20°C conforme método n° 13.6.1 do IAL (1985).

3.2.7.2 Umidade

O teor de umidade das amostras de kiwi foi determinado por gravimetria a 105°C por 24 h em estufa até peso constante conforme método n° 4.5.1 do IAL (1985).

3.2.7.3 Sólidos totais

O teor de sólidos totais foi calculado por diferença, subtraindo de cem o valor de umidade obtido de acordo o item 3.2.7.2.

3.2.7.4 Acidez total titulável

A acidez total titulável das amostras de kiwi foi quantificada por titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio utilizando solução alcoólica de fenolftaleína a 1% como indicador, conforme especificado pelo método n° 13.6.2 do IAL (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

3.2.7.5 Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável

A relação representa o equilíbrio doce/ácido da fruta, sendo de importância fundamental na formação do sabor. O valor aumenta em função do aumento dos sólidos solúveis e da diminuição da acidez. As variações nos valores de sólidos solúveis totais e acidez não são perceptíveis sensorialmente, desde que não ocorra alteração da relação entre eles (CHITARRA; CHITARRA, 1990; SOUZA, 1992).

3.2.7.6 Cor

A variação nos parâmetros de cor foi medida usando um espectrofotômetro Hunter Lab Mini Scan XE Plus (Reston, VA, EUA). O instrumento, equipado com iluminante D₆₅/10° foi calibrado utilizando uma placa preta e uma cerâmica padrão branca (X = 78,9, Y = 83,9, Z = 88,9).

A variação no eixo L^* representa as mudanças na luminosidade, com uma faixa de 0 (preto) a 100 (branco). O parâmetro a^* expressa a variação no eixo verde/vermelho ($-a^*/a^*$) e o parâmetro b^* , a variação no eixo azul/amarelo ($-b^*/b^*$).

As alterações em cada parâmetro individual de cor foram calculadas de acordo com as Equações 05, 06 e 07 (HUNTERLAB, 1996):

$$\Delta L^* = L^* - L^*_0 \quad (\text{Equação 05})$$

$$\Delta a^* = a^* - a^*_0 \quad (\text{Equação 06})$$

$$\Delta b^* = b^* - b^*_0 \quad (\text{Equação 07})$$

Onde: L^*_0 , a^*_0 e b^*_0 referem-se ao parâmetro inicial de cor da amostra. A diferença total de cor (ΔE^*) foi determinada usando a Equação 08, de acordo com HUNTERLAB (1996):

$$\Delta E^* = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Equação 08})$$

3.2.7.7 Atividade de água

Os valores de atividade de água (a_w) das amostras de kiwi foram determinados em higrômetro digital marca *Aqualab* série 3TE (Decagon Devices, EUA).

3.2.7.8 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinado por volumetria de oxi-redução com titulação das amostras com solução 2,6-diclofo-fenol indofenol-sódico (DCFI), segundo método 43.056 da AOAC (1984).

3.2.8 Análise Estatística dos Dados

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, considerando-se quatro tratamentos (água destilada – AD, cloreto de cálcio – CC, ácido cítrico – AC e ácido ascórbico – AA).

Os resultados obtidos nos experimentos foram analisados estatisticamente pelo programa MSTAT-C, versão 2.10 (MICHIGAN STATE UNIVERSITY, 1989). Essa avaliação teve como objetivo fornecer os valores das médias, desvios padrão, a ocorrência de diferenças significativas e as comparações múltiplas entre as médias através da Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey.

Os gráficos e os ajustes dos pontos foram gerados pelo programa Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 KIWI *IN NATURA*

Foram determinadas as características físico-químicas do kiwi utilizado nos experimentos (Tabela 05).

TABELA 05 – CARACTERÍSTICAS DO KIWI *IN NATURA*

Determinações	Médias ⁽¹⁾
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00 ± 0,40
Umidade (%)	87,22 ± 0,35
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100g)	1,80 ± 0,13
Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável	5,00 ± 0,45
Atividade de água a 25°C	0,985 ± 0,005
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100 g)	137,65 ± 12,93

NOTA: (1): valores médios de três repetições; ±: desvio padrão

O maior teor de sólidos solúveis do kiwi *in natura* em relação ao valor de 6,0°Brix determinado na ocasião da colheita deve-se à maturação gradativa ocorrida durante o período de estocagem em ambiente refrigerado.

O valor encontrado para umidade foi maior que o de 86% descrito pela Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO) em 2004.

A porcentagem de ácido cítrico esteve acima da faixa de 1,22 g/100g encontrada por BUCHWEITZ (2005). Tal diferença pode estar relacionada ao fato do autor ter utilizado uma matéria-prima com maior teor de sólidos solúveis (13°Brix).

A quantidade de vitamina C determinada foi maior que o valor de 97,3 mg/100g descrito pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2004).

4.2 PRÉ-TRATAMENTO QUÍMICO

Através da observação da Tabela 06, constata-se as variações ocorridas nas fatias de kiwi após sofrerem imersão nas soluções correspondentes aos tratamentos.

TABELA 06 – COMPARAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS FATIAS DE KIWI *IN NATURA* E PRÉ-TRATADAS QUIMICAMENTE

DETERMINAÇÕES	PRÉ-TRATAMENTO ⁽¹⁾				
	KIWI <i>IN NATURA</i>	AD	CC	AC	AA
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00 ^a	8,80 ^a	9,17 ^a	8,83 ^a	9,07 ^a
Umidade (%)	87,22 ^a	88,12 ^a	87,98 ^a	87,83 ^a	88,22 ^a
Acidez total titulável (g de ácido cítrico/100g)	1,80 ^a	1,80 ^a	1,85 ^a	2,56 ^b	2,35 ^b
Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável	5,00 ^a	5,00 ^a	4,86 ^a	3,51 ^b	3,82 ^b
Atividade de água a 25°C	0,985 ^a	0,985 ^a	0,985 ^a	0,985 ^a	0,985 ^a
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g)	137,65 ^a	135,23 ^a	139,77 ^a	143,60 ^a	180,10 ^b

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

AD: Água destilada

CC: Cloreto de cálcio

AC: Ácido cítrico

AA: Ácido ascórbico

Os teores de sólidos solúveis totais, umidade e atividade de água não diferiram estatisticamente entre si a nível de 5%.

Foi verificada alteração significativa ($p < 0,05$) do teor de acidez nos frutos pré-tratados com ácido cítrico e ácido ascórbico em relação ao valor inicial, vindo a refletir também em uma diminuição na relação sólidos solúveis/acidez total titulável.

O tratamento com ácido ascórbico foi o único a proporcionar um aumento significativo na quantidade de vitamina C das fatias de kiwi.

4.3 DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Através da revisão de dados da literatura e de ensaios prévios, foi fixado o tempo de processo em 150 minutos, visto que a maior taxa de transferência de massa ocorre aproximadamente nas primeiras 2 horas de desidratação osmótica (TORREGGIANI, 1993).

A escolha da temperatura de 40°C para o processo está fundamentada em estudos que comprovam a ocorrência de reações enzimáticas indesejáveis,

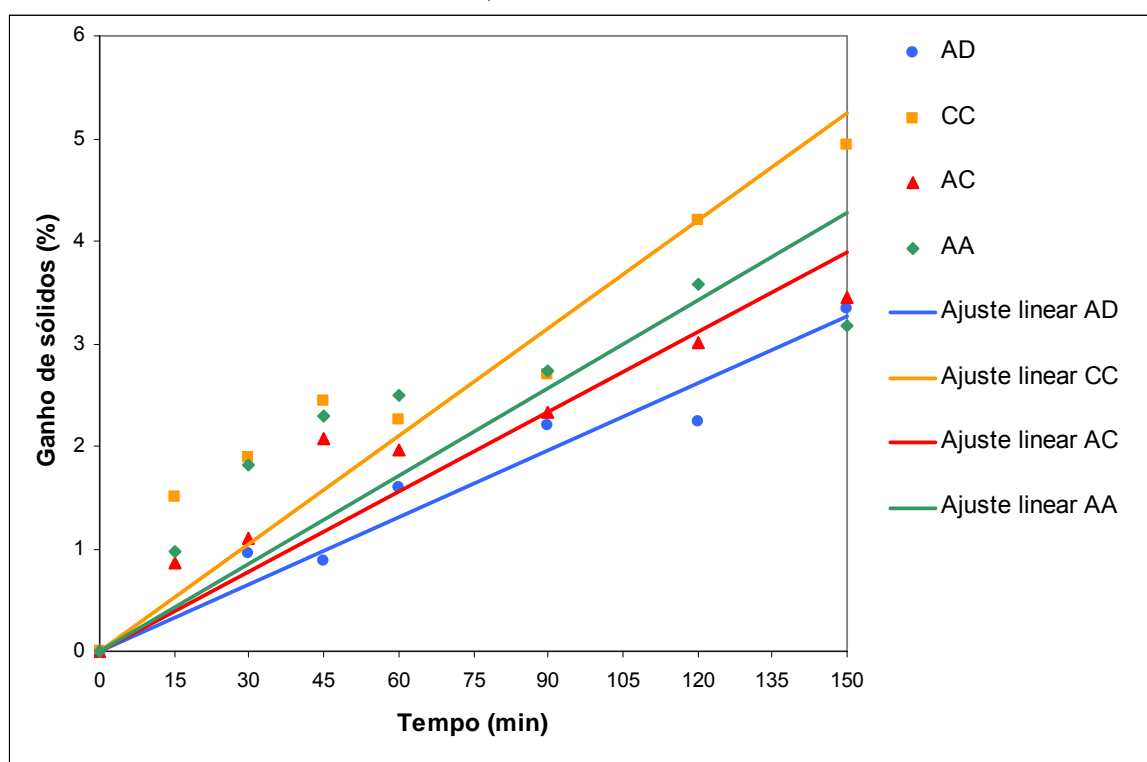
escurecimento e alterações do sabor se utilizadas temperaturas iguais ou superiores a 50°C, o que não ocorre a 40°C ou menos (VIAL; GUILBERT; CUQ, 1991).

4.3.1 Transferência de Massa Durante o Processo

4.3.1.1 Ganho de sólidos

A Figura 07 mostra o percentual de ganho de sólidos (Equação 03, item 3.2.4) em função do tempo de desidratação osmótica das fatias de kiwi submetidas aos diferentes pré-tratamentos químicos.

FIGURA 07 - GANHO DE SÓLIDOS EM FATIAS DE KIWI DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

A incorporação de sólidos se intensificou após 30 minutos de processo para os tratamentos com cloreto de cálcio, ácido cítrico e ácido ascórbico.

O tratamento das fatias com cloreto de cálcio proporcionou ao final do processo um maior ganho de sólidos (4,93%) quando comparado com os demais tratamentos ao nível de significância de 5% pelo Teste de Tukey (Apêndice 01).

Ao término do processo, o ganho de sólidos de 4,93% para o pré-tratamento com cloreto de cálcio foi superior ao valor de 4,25% encontrado por BUCHWEITZ (2005) na desidratação osmótica de fatias de kiwi a 40°C em solução de sacarose a 65°Brix.

Os valores médios são menores dos que os encontrados por MARTIM (2006) ao trabalhar com manga e ANTONIO (2002) desidratando mamão, que conseguiram em torno de 9,0% de ganho de sólidos no processo. Tais diferenças podem estar relacionadas às condições relativamente brandas adotadas no processo, como temperatura e agitação, quando comparada com outros autores.

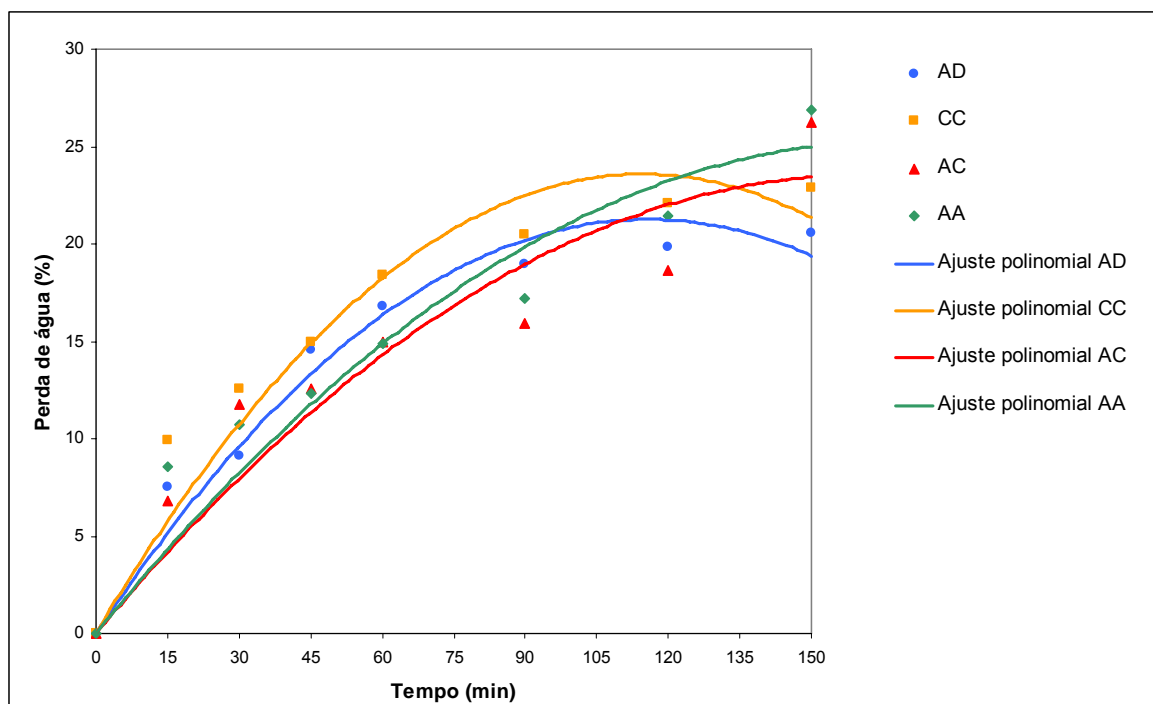
4.3.1.2 Perda de água

Na Figura 08 são mostrados os valores em porcentagem para a perda de água (Equação 02, item 3.2.4) das fatias de kiwi durante o processo osmótico submetidas a diferentes pré-tratamentos químicos.

A perda de água durante o processo de desidratação osmótica aumentou gradativamente na primeira hora do experimento. Os valores tenderam à estabilidade a partir de 90 minutos para as fatias pré-tratadas com cloreto de cálcio e controle (água destilada), sendo as médias finais diferentes estatisticamente das médias dos demais tratamentos à nível de 5% pelo Teste de Tukey (Apêndice 02).

A maior retirada de água ocorrida nos tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico pode ser explicada pela desestruturação dos tecidos da fruta, vindo a proporcionar uma maior saída de água das fatias para a solução. PONTING, JACKSON e WATTERS (1971), GIL, GORNY e KADER, (1998) e COCCI *et al.* (2006) relataram que a imersão de fatias de maçã em ácido cítrico e ácido ascórbico causou um colapso estrutural na fruta, com conseqüente amaciamento do tecido.

FIGURA 08 - PERDA DE ÁGUA EM FATIAS DE KIWI DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

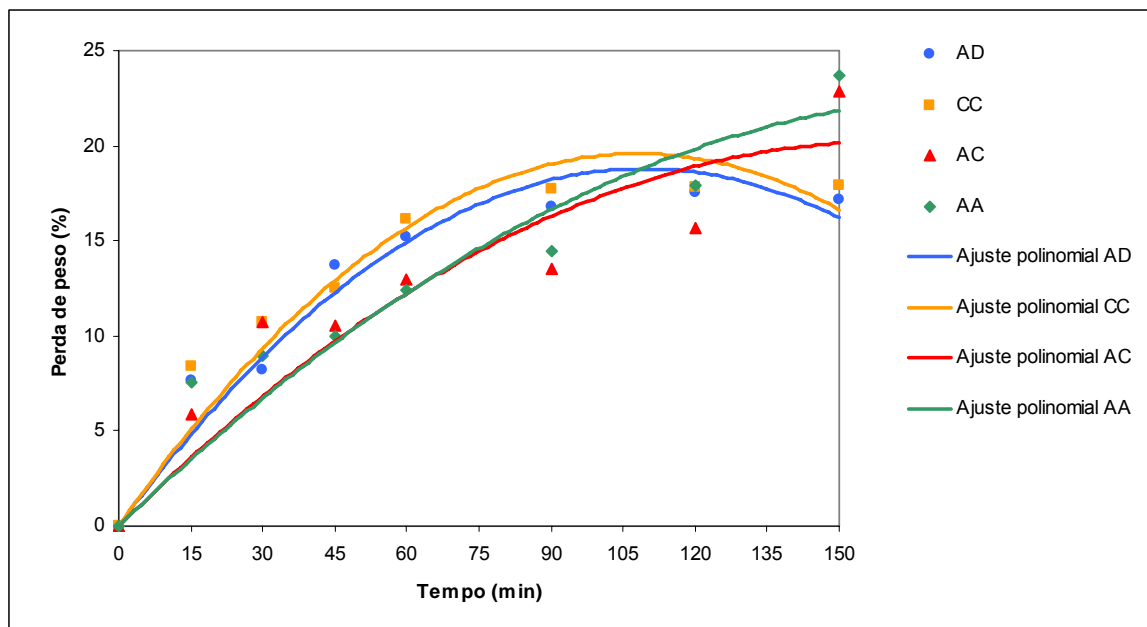
O valor médio da perda de água no processo (24,12%) está abaixo da faixa de 28% a 35% encontrado por SOUZA NETO e colaboradores (2004) desidratando manga em solução de sacarose a 45-55°Brix (65°C). Tais diferenças podem estar relacionadas à maior temperatura de processo escolhida pelo autor e às características estruturais de cada fruta.

BUCHWEITZ (2005) conseguiu uma perda de água em torno de 29,5% aos 150 minutos de desidratação osmótica de fatias de kiwi a 40°C em solução de sacarose a 65°Brix.

4.3.1.3 Perda de peso

Na Figura 09 são apresentados os valores em porcentagem para a perda de peso das fatias de kiwi submetidas a diferentes tratamentos químicos durante o processo osmótico, calculados conforme a Equação 01 do item 3.2.4.

FIGURA 09 - PERDA DE PESO EM FATIAS DE KIWI DESIDRATADAS OSMOTICAMENTE SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

O fenômeno da perda de peso apresentou um comportamento semelhante à perda de água na Figura 08. Percebeu-se uma tendência ao equilíbrio da redução de peso das fatias de kiwi depois de decorrida a primeira hora do processo para as fatias tratadas com cloreto de cálcio e para o tratamento controle (água destilada).

Os dois tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico mostraram uma menor perda de peso nos primeiros trinta minutos da desidratação, mas conduziram a valores significativamente maiores ($p < 0,05$) que os demais ao final do processo pelo Teste de Tukey (Apêndice 03).

A formação de um elevado gradiente osmótico entre a solução concentrada de sacarose e a baixa concentração de sólidos nas fatias proporcionou uma perda de peso de aproximadamente 50% da perda total ao final de uma hora de processo. Os valores finais de perda de peso ficaram entre 17,18% para o tratamento controle e 23,7% para o tratamento com ácido ascórbico. Comportamento similar foi observado por BUCHWEITZ (2005) trabalhando com

kiwis e por MOTA (2005) trabalhando com pêssegos, que obtiveram respectivamente 25 e 33% de perda de peso aos 150 min de processo.

FERRARI *et al.* (2005) conseguiram uma perda de peso de aproximadamente 27% ao desidratar melão em solução de sacarose a 50°Brix e 40°C.

4.3.1.4 Coeficiente de desempenho (CD)

Para cada um dos ensaios realizados, foi calculado o respectivo coeficiente de desempenho (Equação 04, item 3.2.4) em cada um dos tempos em que as amostras foram retiradas da solução osmótica. Na Tabela 07 são apresentados os dados obtidos.

TABELA 07 - COEFICIENTE DE DESEMPENHO PARA CADA TEMPO DE PROCESSO NOS DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS REALIZADOS

PRÉ- TRATAMENTOS	TEMPO (min)						
	15	30	45	60	90	120	150
AD	0 ^{eC}	9,61 ^{bcA}	16,59 ^{aA}	10,59 ^{bA}	8,66 ^{cA}	8,83 ^{cA}	6,15 ^{dB}
CC	6,57 ^{bcB}	6,67 ^{bcB}	6,15 ^{cB}	8,18 ^{aB}	7,60 ^{abAB}	5,25 ^{cdC}	4,64 ^{dC}
AC	7,80 ^{bAB}	10,75 ^{aA}	6,06 ^{bB}	7,63 ^{bBC}	6,84 ^{bB}	6,21 ^{bB}	7,63 ^{bA}
AA	8,84 ^{aA}	5,90 ^{bB}	5,36 ^{bB}	5,96 ^{bC}	6,29 ^{bB}	6,00 ^{bBC}	8,46 ^{aA}

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

AD: Água destilada

CC: Cloreto de cálcio

AC: Ácido cítrico

AA: Ácido ascórbico

Pode-se verificar que o maior valor de coeficiente de desempenho encontrado está no tratamento controle (água destilada). Desconsiderando o tempo de 15 minutos, onde o ganho de sólidos negativo interferiu no resultado, foi no tempo de 45 minutos que ocorreu a maior saída de água com o menor ganho de sólidos das fatias. Após este intervalo, os coeficientes decaíram até o final do processo, mas ainda mantiveram-se maiores que os valores dos demais tratamentos ao nível de 5% de significância estatística até o tempo de 120 minutos.

Também foi constatado que o tratamento com cloreto de cálcio foi o que proporcionou menores valores de coeficiente de desempenho. Tal fato pode estar relacionado à capacidade do cálcio em manter a estrutura celular do kiwi, impedindo a saída de água das fatias. Outro fator que influenciou o resultado foi o alto ganho de sólidos ocorrido neste tratamento, visto que quanto maior for a incorporação dos solutos no alimento, menor é o coeficiente de desempenho.

Já no tratamento com ácido cítrico, foi verificado o maior coeficiente no intervalo de 30 minutos do processo, mantendo-se constante estatisticamente dos 45 aos 150 minutos e não diferindo do valor inicial.

Para o tratamento com ácido ascórbico, o coeficiente de desempenho foi estatisticamente constante de 30 a 120 minutos, não diferindo do valor inicial aos 150 minutos. Dentre os tratamentos, o ácido ascórbico ao final da desidratação osmótica, apresentou o maior coeficiente.

4.3.2 Parâmetros Físico-Químicos

4.3.2.1 Umidade

Através da Tabela 08, pode-se verificar as variações ocorridas no teor de umidade das fatias de kiwi durante o processo osmótico.

TABELA 08 - VARIAÇÕES NA UMIDADE DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

PRÉ- TRATAMENTOS ⁽¹⁾	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
AD	88,12 ^{aA}	86,25 ^{abA}	85,04 ^{bcA}	84,18 ^{bcA}	83,05 ^{cdA}	82,0 ^{deA}	81,8 ^{deA}	80,5 ^{eA}
CC	87,98 ^{aA}	85,5 ^{abA}	84,46 ^{bcAB}	83,4 ^{bcdAB}	83,06 ^{cdA}	82,5 ^{cdA}	81,3 ^{dAB}	79,9 ^{eA}
AC	87,83 ^{aA}	85,13 ^{abA}	83,96 ^{bcB}	83,24 ^{bcAB}	82,56 ^{cdA}	81,85 ^{cdA}	80,1 ^{deBC}	79,1 ^{eA}
AA	88,22 ^{aA}	84,4 ^{bA}	83,58 ^{bcB}	82,6 ^{bcdB}	82,07 ^{cdA}	81,19 ^{deA}	79,3 ^{efC}	78,4 ^{fA}

NOTA: Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

AD: Água destilada

CC: Cloreto de cálcio

AC: Ácido cítrico

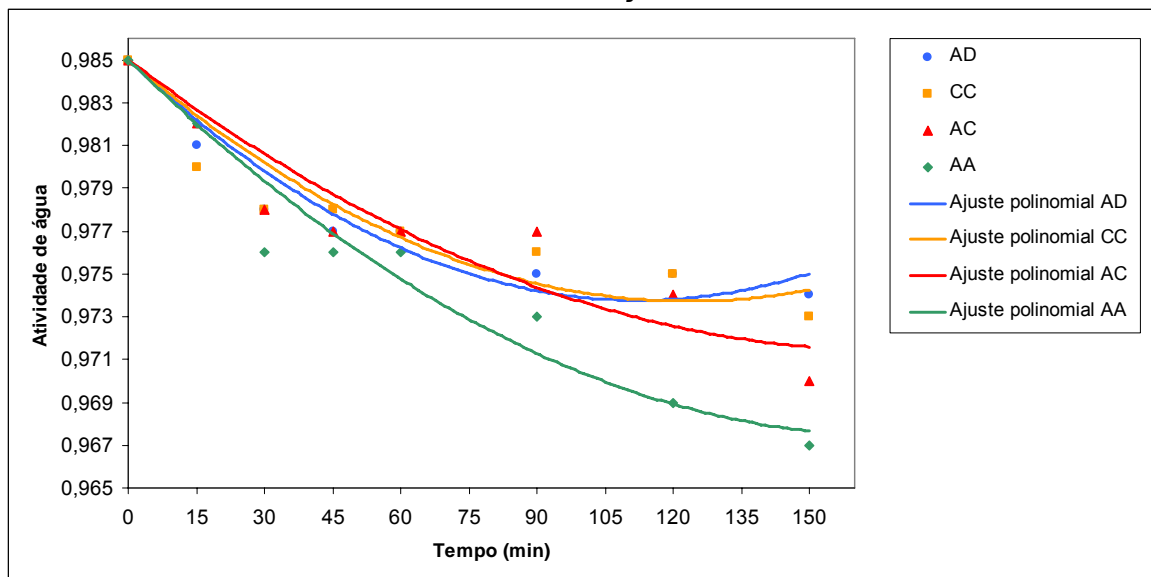
AA: Ácido ascórbico

Os valores encontrados são proporcionais aos resultados obtidos para a perda de peso e perda de água no processo. Apesar de não diferirem estatisticamente dos demais ao final do processo, os tratamentos com ácido ascórbico e ácido cítrico apresentaram os menores teores de umidade, ao passo que o maior teor de umidade foi constatado no tratamento controle.

4.3.2.2 Atividade de água

Os valores de atividade de água tiveram um declínio acentuado durante os primeiros 45 minutos do processo, conforme pode ser verificado na Figura 10. A atividade de água das fatias de kiwi tratadas com cloreto de cálcio e controle apresentaram uma tendência ao equilíbrio após a primeira hora do processo. Já os valores finais de atividade de água para os tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico continuaram em decréscimo até o fim do processo, mas sem apresentar diferença estatisticamente significativa dos demais tratamentos ao nível de significância de 5% no Teste de Tukey (Apêndice 04).

FIGURA 10 – VARIAÇÃO NA ATIVIDADE DE ÁGUA DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

4.3.2.3 Sólidos solúveis totais e acidez total titulável

Na Tabela 09 são apresentadas as médias dos valores de sólidos solúveis, acidez total titulável e relação sólidos solúveis/acidez total titulável.

Percebeu-se um aumento no teor de sólidos solúveis ao longo do processo, passando de 9,00 para aproximadamente 30°Brix em média para os quatro tratamentos.

TABELA 09 - MÉDIAS PARA SÓLIDOS SOLÚVEIS E ACIDEZ TITULÁVEL DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

ÁGUA DESTILADA (AD)								
PARÂMETROS ⁽¹⁾	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00 ^a	19,83 ^b	21,08 ^{bc}	21,5 ^{bc}	22,2 ^{bcd}	23,6 ^{cd}	25,06 ^{ad}	27,26 ^e
Acidez total titulável ⁽²⁾	1,8 ^a	1,76 ^a	1,74 ^a	1,72 ^a	1,7 ^a	1,71 ^a	1,66 ^a	1,62 ^a
Relação SST/ATT ⁽³⁾	5,03 ^a	11,27 ^b	12,13 ^b	12,5 ^{bc}	13,15 ^{bc}	13,8 ^{bc}	15,07 ^{cd}	16,84 ^d
CLORETO DE CÁLCIO (CC)								
PARÂMETROS	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00 ^a	18,9 ^b	21 ^b	22,2 ^b	25,85 ^c	26,3 ^c	27,44 ^c	30,87 ^d
Acidez total titulável	1,85 ^a	1,83 ^a	1,82 ^a	1,8 ^a	1,78 ^a	1,77 ^a	1,75 ^a	1,7 ^a
Relação SST/ATT	4,88 ^a	10,31 ^b	11,57 ^b	12,3 ^{bc}	14,53 ^{cd}	14,9 ^{cd}	15,7 ^d	18,42 ^e
ÁCIDO CÍTRICO (AC)								
PARÂMETROS	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00 ^a	14,39 ^b	19,59 ^c	23,2 ^d	26,06 ^{de}	26,58 ^{de}	27,9 ^{ef}	30,68 ^f
Acidez total titulável	2,56 ^a	2,52 ^a	2,5 ^a	2,46 ^a	2,41 ^a	2,38 ^a	2,34 ^a	2,3 ^a
Relação SST/ATT	3,53 ^a	5,7 ^{ab}	7,84 ^{bc}	9,5 ^{cd}	10,85 ^{de}	11,77 ^{de}	11,9 ^{de}	13,36 ^e
ÁCIDO ASCÓRBICO (AA)								
PARÂMETROS	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Sólidos solúveis totais (°Brix)	9,00 ^a	20,55 ^b	21,10 ^b	21,6 ^b	22,86 ^{bc}	25,61 ^c	29,15 ^d	34,55 ^e
Acidez total titulável	2,35 ^a	2,33 ^a	2,25 ^a	2,24 ^a	2,22 ^a	2,23 ^a	2,2 ^a	2,16 ^a
Relação SST/ATT	3,85 ^a	8,79 ^b	9,4 ^b	9,65 ^b	10,26 ^b	11,54 ^{bc}	13,29 ^{cd}	15,97 ^e

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

(2): expresso em g de ácido cítrico/100 g

(3): sólidos solúveis totais/acidez total titulável

Os dados indicam um decréscimo na acidez, mesmo não sendo estatisticamente significativos. Este fato pode estar relacionado à migração de

componentes do fruto para a solução, juntamente com a saída de água, ou à degradação térmica dos ácidos orgânicos presentes no kiwi.

As menores perdas de acidez foram verificadas nos tratamentos com ácido ascórbico e cloreto de cálcio, em torno de 8,1%. Conforme explicado por POOVAIAH em 1986, a utilização de cálcio contribui para a manutenção da estabilidade da parede celular das frutas. Esta firmeza proporcionada pelo tratamento, que contribuiu para uma menor perda de água no processo osmótico, pode ter contribuído também para uma maior retenção dos ácidos orgânicos nas fatias.

Os valores da relação sólidos solúveis/acidez titulável apresentaram ao final do processo mais que o triplo do inicial para todos os tratamentos. Contribuíram para tal fenômeno a remoção de água, juntamente com a entrada de sólidos.

4.3.2.4 Vitamina C

A variação dos teores de vitamina C durante o processo osmótico pode ser verificada na Tabela 10.

TABELA 10 - VALORES MÉDIOS DE VITAMINA C DAS FATIAS DE KIWI DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA SUBMETIDAS A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

continua								
ÁGUA DESTILADA (AD)								
PARÂMETROS ⁽¹⁾	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Vitamina C (mg/100 g)	135,2 ^a	109,5 ^{ab}	101,5 ^{abc}	94,72 ^{bc}	82,2 ^{bc}	78,6 ^{bc}	72,45 ^c	74,13 ^{bc}
Perda de vitamina C (%)	0	19,04	24,94	29,95	39,19	41,86	46,42	45,18
CLORETO DE CÁLCIO (CC)								
PARÂMETROS	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Vitamina C (mg/100 g)	139,77 ^a	125,9 ^{ab}	113,7 ^{abc}	102,95 ^{bc}	93,3 ^{bc}	85,2 ^c	82,65 ^c	81,90 ^c
Perda de vitamina C (%)	0	9,93	18,61	26,34	33,26	39,05	40,86	41,40

continuação

ÁCIDO CÍTRICO (AC)								
PARÂMETROS	Tempo (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Vitamina C (mg/100 g)	143,60 ^a	128,7 ^{ab}	118,3 ^{abc}	98,13 ^{bc}	96,6 ^{bc}	92,8 ^{bc}	95,3 ^{bc}	91,37 ^c
Perda de vitamina C (%)	0	10,37	17,61	31,66	32,72	35,40	33,63	36,37

ÁCIDO ASCÓRBICO (AA)								
PARÂMETROS	TEMPO (min)							
	0	15	30	45	60	90	120	150
Vitamina C (mg/100 g)	180,1 ^a	154,2 ^{ab}	143,9 ^{abc}	135,8 ^{bc}	137 ^{bc}	130 ^{bc}	125 ^{bc}	112,4 ^c
Perda de vitamina C (%)	0	14,35	20,12	24,55	24,04	27,67	30,46	37,60

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

As perdas de vitamina C no processo representaram em média 40% do conteúdo inicial. Conforme VIAL, GUILBERT e CUQ (1991), as perdas de ácido ascórbico durante o processo osmótico podem ocorrer basicamente por dois fenômenos: pela difusão para a solução desidratante ou pela degradação térmica. Considerando-se que no presente estudo foi utilizada uma temperatura relativamente baixa, é provável que tenha predominado o processo de difusão da vitamina C para a solução osmótica.

O tratamento controle foi o que proporcionou maior perda de vitamina C durante o processo. Os tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico proporcionaram menores perdas de vitamina C ao longo do tratamento.

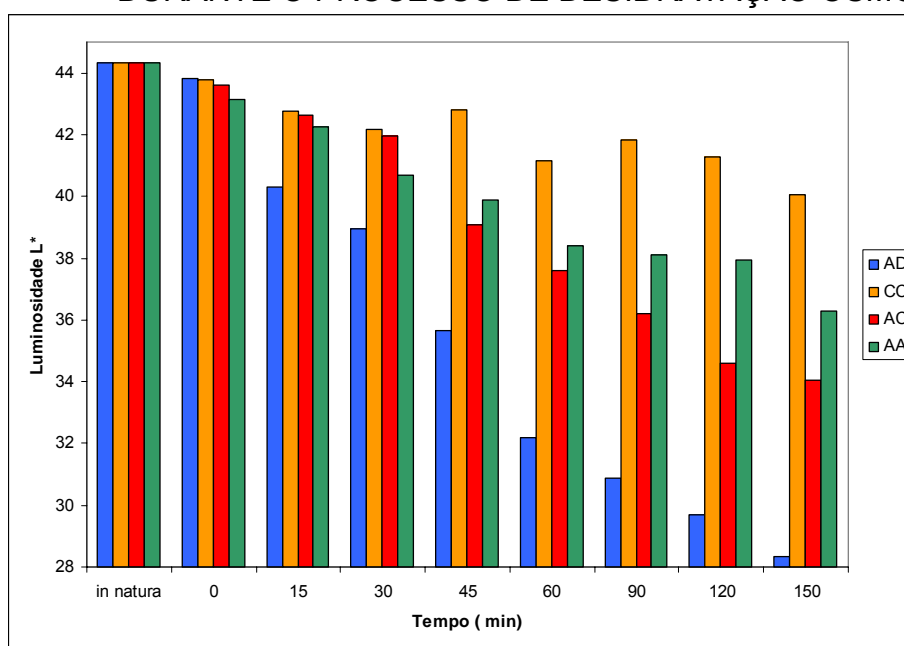
4.3.3 Variações na Cor

As fatias de kiwi resultantes dos vários tempos de desidratação osmótica foram submetidas à leitura de cor com a finalidade de observar as alterações decorrentes dos pré-tratamentos químicos e do processamento, comparando-as com as amostras *in natura*.

Através da análise da Figura 11, verifica-se o escurecimento ocorrido nas fatias de kiwi ao longo do processo osmótico. As amostras que sofreram as maiores variações na luminosidade L* foram as do tratamento controle (água

destilada). Já as fatias pré-tratadas com cloreto de cálcio foram as que melhor mantiveram a cor do kiwi *in natura*. BUCHWEITZ (2005) também observou o escurecimento de kiwis durante a desidratação osmótica.

FIGURA 11 - VARIAÇÃO NA LUMINOSIDADE L* EM FATIAS DE KIWI DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

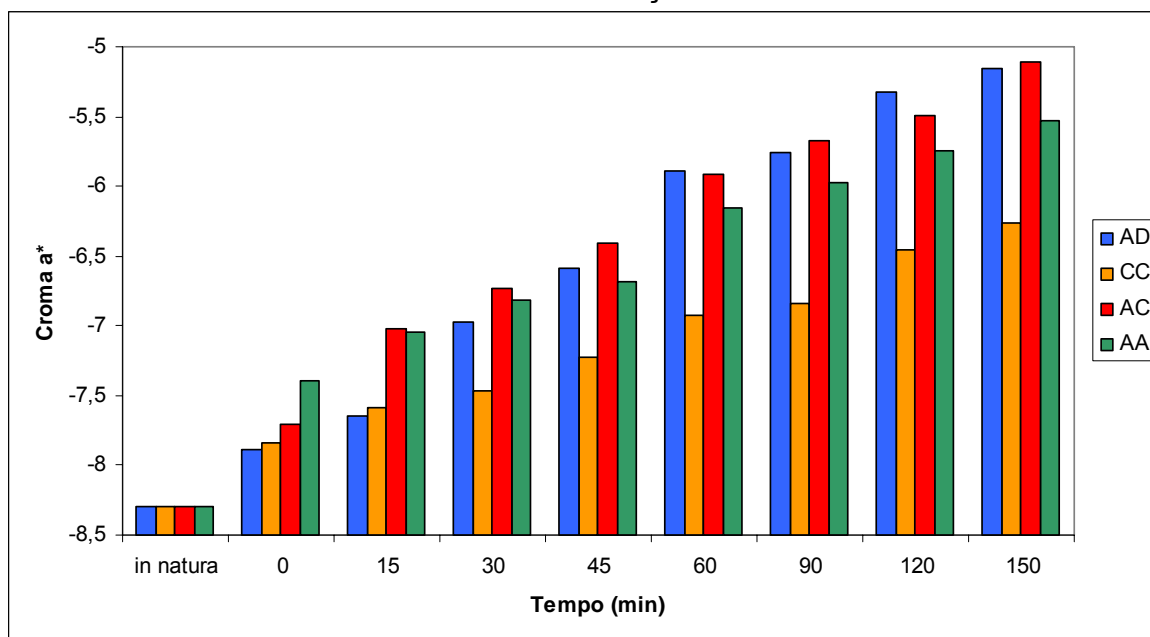


NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

A variação no parâmetro a^* (Figura 12), que define o componente verde (-) e vermelho (+), em comparação a fruta *in natura* evidencia a degradação dos pigmentos de clorofila ao longo do processo.

Nota-se que o tratamento com cloreto de cálcio foi o que melhor preservou a cor verde dos kiwis durante a desidratação osmótica. No processamento de vegetais verdes, a adição de sais, como o sódio, magnésio ou cálcio diminui a formação de feofitina, um produto da degradação da clorofila. Tal reação é atribuída ao campo eletrostático protetor dos sais. A adição de cátions neutraliza a carga superficial negativa de ácidos graxos e proteína nas membranas dos cloroplastos e reduz a atração dos íons de hidrogênio para a superfície das membranas (NAKATANI; BARBER; FORRESTER, 1979).

FIGURA 12 - VARIAÇÃO DE CROMA a^* EM FATIAS DE KIWÍ DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

Na desidratação osmótica de kiwis por 3,5 horas com solução de sacarose a 62°Brix e 40°C, VIAL, GUILBERT e CUQ (1991) observaram uma diminuição de a^* em relação à fruta fresca. Tal diminuição também foi verificada por BUCHWEITZ (2005).

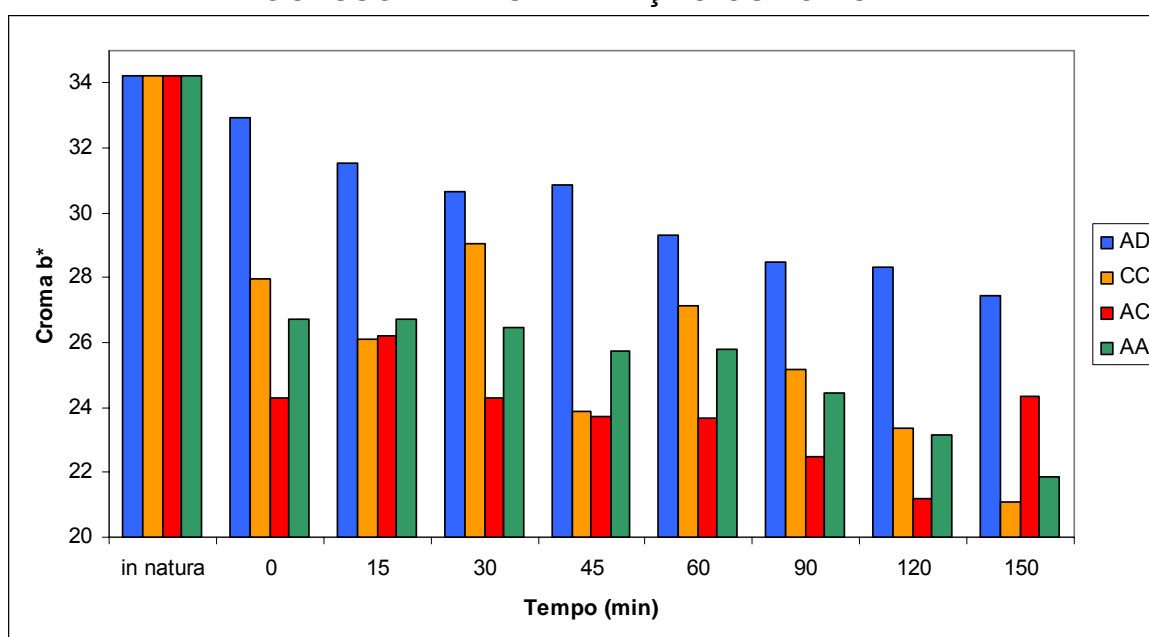
Entretanto, no presente trabalho, os resultados indicaram que, com o aumento nos valores de a^* , as fatias de kiwi perderam a cor verde durante o processamento, fato comprovado pela verificação da tonalidade esverdeada na solução osmótica ao final do processo. BUCHWEITZ (2005) analisando os parâmetros de cor no xarope residual também constatou a difusão do pigmento verde do kiwi para a solução.

De acordo com VIAL, GUILBERT e CUQ (1991), a variação na cor das fatias de kiwi é decorrente da concentração de clorofila, cujos pigmentos hidrofóbicos permanecem nos cloroplastos, não se difundindo para a solução osmótica. Conforme FENEMA (1996), a clorofila pode sofrer alterações químicas, gerando compostos de cor verde com maior solubilidade em água. Estas alterações podem ter ocorrido em virtude da ação da enzima clorofilase, pela

ação dos ácidos presentes na própria fruta, ou pelo abaixamento do pH com os pré-tratamentos ácidos.

Os valores de b^* (Figura 13), relacionados com a cor amarela, tiveram uma diminuição com o tempo de tratamento. A imersão das fatias na solução controle (água destilada) foi a que preservou melhor a tonalidade inicial do kiwi ao longo do processamento. Os valores obtidos com os demais pré-tratamentos oscilaram durante a desidratação osmótica.

FIGURA 13 - VARIAÇÃO DE CROMA b^* EM FATIAS DE KIWÍ DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

A variação total da cor (ΔE^*) nas fatias de kiwi durante o processo de desidratação osmótica foi determinada pela Equação 08 (item 3.2.7.5) e pode ser visualizada na Tabela 11. Os dados mostram que as amostras submetidas ao tratamento controle (água destilada) foram as que sofreram maior variação nos parâmetros de cor. Já as amostras tratadas com cloreto de cálcio apresentaram menores valores de ΔE^* . Através do Teste de Tukey (Apêndice 05), verificou-se que apenas o tratamento controle apresentou diferença significativa nos valores da variação total de cor do kiwi ao final do processo.

O valor médio da variação total de cor para os tratamentos foi de 15,30. TALENS *et al.* (2002), desidratando kiwis a 30°C em solução de sacarose a 35, 45, 55 e 65°Brix, proporcionou valores de ΔE^* que variaram de 11 a 18, aproximadamente.

TABELA 11 - VARIAÇÃO TOTAL DE COR (ΔE^*) EM FATIAS DE KIWI DURANTE O PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

PRÉ- TRATAMENTO	TEMPO (min)								
	<i>in natura</i>	0	15	30	45	60	90	120	150
AD	0	1,43	4,86	6,57	9,46	13,31	14,85	16,05	17,65
CC	0	6,26	8,31	5,65	10,51	7,88	9,50	11,43	13,95
AC	0	9,98	8,29	10,32	11,86	12,74	14,51	16,50	14,62
AA	0	7,64	7,85	8,68	9,72	10,51	11,83	13,03	15,01

NOTA: AD: Água destilada
CC: Cloreto de cálcio
AC: Ácido cítrico
AA: Ácido ascórbico

4.4 ANÁLISE SENSORIAL

Foi realizada através do teste do perfil de características, com o objetivo de avaliar os atributos das amostras, sendo determinados os aspectos aparência, cor, odor, sabor e textura. As médias das notas atribuídas a cada característica do kiwi osmoticamente desidratado são apresentadas na Tabela 12.

TABELA 12 – MÉDIAS ATRIBUÍDAS PELOS JULGADORES NO TESTE DO PERFIL DE CARACTERÍSTICAS

ATRIBUTO	PRÉ-TRATAMENTO ⁽¹⁾			
	AD	CC	AC	AA
Aparência	3,75 ^a	3,90 ^a	3,50 ^a	2,30 ^b
Cor	3,75 ^{ab}	4,00 ^a	3,70 ^{ab}	3,00 ^b
Odor	3,75 ^a	3,70 ^a	3,40 ^a	3,25 ^a
Sabor	3,45 ^{bc}	4,35 ^a	3,70 ^{ab}	2,80 ^c
Textura	3,75 ^a	3,95 ^a	3,25 ^{ab}	2,70 ^b

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

AD: Água destilada
CC: Cloreto de cálcio
AC: Ácido cítrico
AA: Ácido ascórbico

Com relação ao atributo aparência, a maior nota obtida foi para o pré-tratamento com cloreto de cálcio, não diferindo estatisticamente dos pré-tratamentos controle (água destilada) e com ácido cítrico. A menor nota, significativamente diferente, foi para o tratamento com ácido ascórbico.

No atributo cor, o tratamento com cloreto de cálcio obteve a maior nota, diferindo estatisticamente das fatias pré-tratadas com ácido ascórbico, que receberam as médias mais baixas. Estes resultados são confirmados pelas análises colorimétricas realizadas no experimento, que comprovaram a melhor preservação da cor original das fatias com o uso do pré-tratamento com cloreto de cálcio.

Para o aspecto sabor, o tratamento com cálcio recebeu as maiores notas, diferindo estatisticamente do tratamento controle (água destilada) e do tratamento com ácido cítrico e ácido ascórbico. Isso pode estar relacionado ao fato de que as fatias tratadas com cálcio apresentaram maior ganho de sólidos durante o processo osmótico, tendo, portanto o sabor doce proporcionado a atribuição de maiores notas pelos provadores.

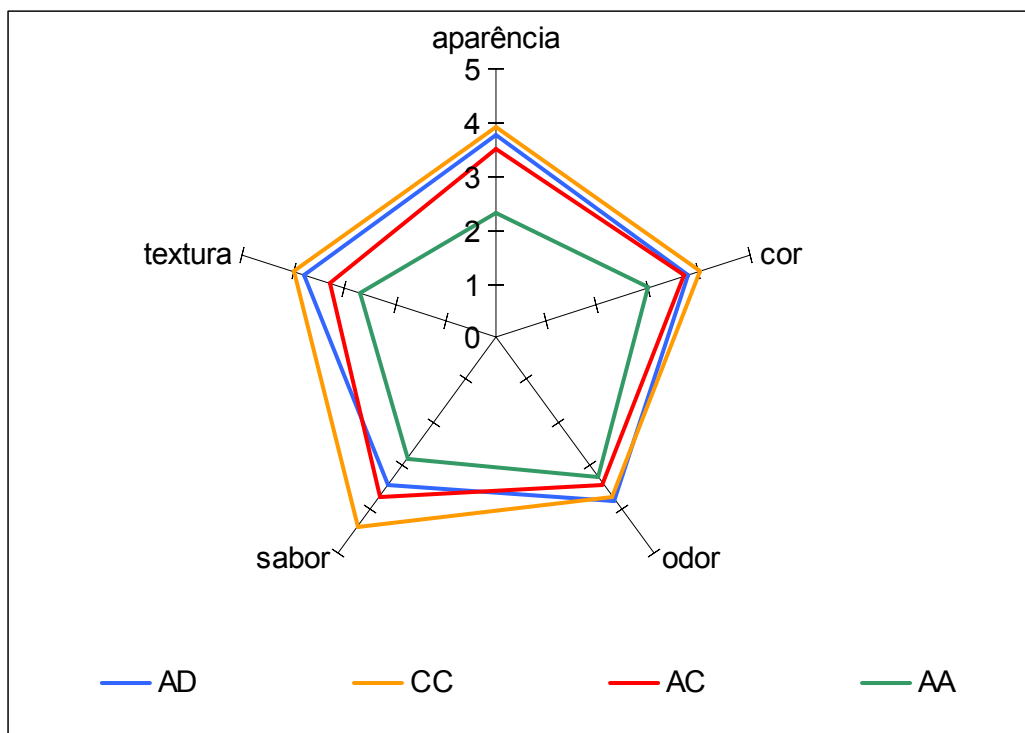
As fatias tratadas com cálcio, que obtiveram as maiores notas no atributo sabor, também apresentaram a maior relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável nas análises físico-químicas (item 4.3.2.3). Tal relação é um indicativo do sabor de frutas e derivados.

A transferência de massa durante o processo (item 4.3.1) também teve relação com a análise sensorial. Verificou-se que o tratamento com cálcio, que teve as maiores notas no atributo sabor, foi o que obteve menor coeficiente de desempenho e maior incorporação de sólidos na desidratação osmótica. Isto mostra que os provadores tiveram preferência pelo sabor doce e por um produto com as características próximas à da fruta *in natura*.

As fatias tratadas com ácido ascórbico receberam as menores notas no atributo textura, diferindo estatisticamente dos tratamentos com cloreto de cálcio e controle (água destilada).

Na Figura 14 pode ser melhor visualizada a diferença entre as notas atribuídas as fatias de kiwi submetidas aos diferentes pré-tratamentos .

FIGURA 14 - PERFIL SENSORIAL DE FATIAS DE KIWI OSMOTICAMENTE DESIDRATADAS SUBMETIDAS A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

Como foi utilizada uma escala de 1 a 5 onde 1 representa péssimo e 5 excelente, considerou-se que notas de 1 a 2,9 enquadravam-se em um padrão inaceitável, entre 3 a 3,9 aceitável e de 4 a 5 o produto é considerado excelente. Com base nesta classificação, pode-se afirmar que o kiwi tratado com ácido ascórbico apresentou maior rejeição pelos provadores. As maiores notas, ou seja, a maior aceitação foi para as amostras tratadas com cloreto de cálcio, principalmente nos atributos sabor e cor.

As menores notas das amostras imersas em ácido ascórbico podem estar relacionadas ao fato de que este tratamento ocasionou a ruptura dos tecidos celulares, prejudicando a aparência e textura do produto final, e também resultando em um sabor inaceitável.

4.5 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

4.5.1 Alterações físico-químicas durante o armazenamento

4.5.1.1 Umidade e atividade de água

Na Tabela 13 são mostradas as variações de umidade e atividade de água das fatias de kiwi armazenadas em refrigerador.

TABELA 13 - VARIAÇÕES NA UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA DAS FATIAS DE KIWI DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

ÁGUA DESTILADA (AD)					
PARÂMETROS ⁽¹⁾	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Umidade (%)	80,53 ^a	79,62 ^{ab}	79,43 ^{ab}	78,17 ^{ab}	77,63 ^b
A _w ⁽²⁾ a 25°C	0,974 ^a	0,974 ^a	0,973 ^a	0,973 ^a	0,972 ^a
CLORETO DE CÁLCIO (CC)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Umidade (%)	79,98 ^a	79,23 ^a	79,21 ^a	79,07 ^a	78,29 ^a
A _w a 25°C	0,973 ^a	0,973 ^a	0,973 ^a	0,973 ^a	0,973 ^a
ÁCIDO CÍTRICO (AC)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Umidade (%)	79,08 ^a	78,24 ^a	77,68 ^a	77,49 ^a	77,47 ^a
A _w a 25°C	0,970 ^a	0,970 ^a	0,969 ^a	0,969 ^a	0,969 ^a
ÁCIDO ASCÓRBICO (AA)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Umidade (%)	78,42 ^a	77,44 ^a	77,28 ^a	76,74 ^a	75,89 ^a
A _w a 25°C	0,967 ^a	0,966 ^a	0,966 ^a	0,965 ^a	0,964 ^a

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

(2): atividade de água

A perda de água se relaciona à perda de massa, um dos principais fatores no tempo de armazenamento das frutas. O fenômeno, segundo CARVALHO e LIMA (2002), ocorre em razão do tempo de armazenamento e transpiração. Esta perda tem efeitos marcantes sobre a fisiologia vegetal, trazendo perdas na

aparência (murchamento e enrugamento), nas qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor) e na qualidade nutricional (KADER, 1992).

Os tratamentos contribuíram para manter a umidade das fatias durante o armazenamento, uma vez que o tratamento controle (água destilada) apresentou variações significativas na umidade nesse período. Os valores de atividade de água também não apresentaram médias estatisticamente diferentes durante o período de armazenamento.

4.5.1.2 Sólidos solúveis totais e acidez total titulável

Analisando os dados da Tabela 14, pode-se constatar que mesmo com o decréscimo do teor de sólidos solúveis das fatias de kiwi, não houve alterações significativas ao longo dos 16 dias de armazenamento refrigerado. Os valores de acidez titulável também não variaram significativamente.

TABELA 14 - VALORES PARA SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL DAS FATIAS DE KIWI ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO

ÁGUA DESTILADA (AD)					
PARÂMETROS ⁽¹⁾	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Sólidos solúveis totais (°Brix)	27,26 ^a	27,83 ^a	27,50 ^a	28,62 ^a	29,13 ^a
Acidez total titulável ⁽²⁾	1,62 ^a	1,40 ^a	1,25 ^a	0,95 ^a	0,97 ^a
Relação SST/ATT ⁽³⁾	16,84 ^a	20,10 ^{ab}	22,37 ^{ab}	30,97 ^b	31,40 ^b
CLORETO DE CÁLCIO (CC)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Sólidos solúveis totais (°Brix)	30,87 ^a	31,29 ^a	31,54 ^a	31,86 ^a	31,90 ^a
Acidez total titulável	1,70 ^a	1,38 ^a	1,27 ^a	1,16 ^a	1,03 ^a
Relação SST/ATT	18,37 ^a	23,19 ^{ab}	25,45 ^{ab}	28,08 ^{ab}	31,17 ^b
ÁCIDO CÍTRICO (AC)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Sólidos solúveis totais (°Brix)	30,68 ^a	32,15 ^a	32,40 ^a	32,76 ^a	33,18 ^a
Acidez total titulável	2,30 ^a	1,91 ^a	1,83 ^a	1,80 ^a	1,73 ^a
Relação SST/ATT	13,38 ^a	16,85 ^a	17,82 ^a	18,16 ^a	19,29 ^a

continua

continuação

ÁCIDO ASCÓRBICO (AA)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Sólidos solúveis totais (°Brix)	34,55 ^a	34,73 ^a	35,15 ^a	34,80 ^a	35,00 ^a
Acidez total titulável	2,16 ^a	2,12 ^a	2,09 ^a	1,92 ^a	1,86 ^a
Relação SST/ATT	15,97 ^a	16,43 ^a	16,91 ^a	18,17 ^a	18,96 ^a

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

(2): expresso em g de ácido cítrico/100g

(3): sólidos solúveis totais/acidez total titulável

A relação sólidos solúveis/acidez titulável praticamente duplicou, diferindo estatisticamente para os tratamentos controle (água destilada) depois de 12 dias de armazenamento refrigerado, e aos 16 dias para o pré-tratamento com cloreto de cálcio.

A injúria provocada pelo corte também induz a uma elevação no processo respiratório, que rapidamente utilizará os substratos de reserva (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990). Desta forma, no início do tratamento, quando o fruto tendeu a aumentar sua taxa respiratória devido ao estresse promovido pelo corte, os ácidos fornecidos pelo pré-tratamento podem ter servido de substrato para a respiração durante o período de armazenamento (CARVALHO; LIMA, 2002).

4.5.1.3 Vitamina C

O teor médio de vitamina C durante o período de armazenamento (Tabela 15) teve maior variação nas fatias do tratamento controle (água destilada). As menores perdas de vitamina C ocorreram nas fatias imersas em ácido cítrico e ácido ascórbico, fato que pode estar relacionado à impregnação inicial destes ácidos no pré-tratamento químico. A análise é comprovada pelo Teste de Tukey, onde os tratamentos ácido cítrico e ascórbico não mostraram alterações significativas no teor de vitamina C ao longo do tempo de armazenagem.

CARVALHO e LIMA (2002) explicam que a manutenção dos níveis de vitamina C durante o armazenamento de fatias de kiwi minimamente processado tratadas com ácido ascórbico é devida à absorção do ácido pelas fatias durante o tratamento químico.

TABELA 15 - VALORES MÉDIOS DE VITAMINA C DAS FATIAS DE KIWI DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

ÁGUA DESTILADA (AD)					
PARÂMETROS ⁽¹⁾	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Vitamina C (mg/100 g)	74,13 ^a	66,38 ^a	50,25 ^b	45,40 ^b	30,60 ^c
Perda de vitamina C (%)	0	10,45	32,21	38,75	58,79
CLORETO DE CÁLCIO (CC)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Vitamina C (mg/100 g)	81,90 ^a	78,43 ^{ab}	74,51 ^{ab}	63,12 ^{bc}	56,20 ^c
Perda de vitamina C (%)	0	4,23	9,02	22,93	31,37
ÁCIDO CÍTRICO (AC)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Vitamina C (mg/100 g)	91,37 ^a	82,14 ^a	77,20 ^a	78,46 ^a	79,17 ^a
Perda de vitamina C (%)	0	10,10	10,50	14,12	13,35
ÁCIDO ASCÓRBICO (AA)					
PARÂMETROS	Tempo (dias)				
	0	4	8	12	16
Vitamina C (mg/100 g)	112,37 ^a	110,80 ^a	104,51 ^a	100,80 ^a	96,59 ^a
Perda de vitamina C (%)	0	1,39	6,99	10,29	14,04

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

(1): valores médios de três repetições

COCCI *et al.* (2006) relataram perdas de vitamina C de 60 a 80% no primeiro dia de armazenamento refrigerado de maçãs tratadas em solução de ácido cítrico e ácido ascórbico a 1%. Segundo o autor, as fatias imersas na solução mantiveram o mesmo teor de vitamina C até o sexto dia de armazenamento, quando os valores decaíram até alcançarem níveis próximos aos das fatias do tratamento controle.

4.5.2 Variações na Cor Durante o Armazenamento

Na Tabela 16 podem ser visualizadas as variações dos parâmetros de cor ocorridas durante o armazenamento refrigerado das fatias de kiwi osmoticamente desidratadas.

TABELA 16 – VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE COR DAS FATIAS DE KIWI DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

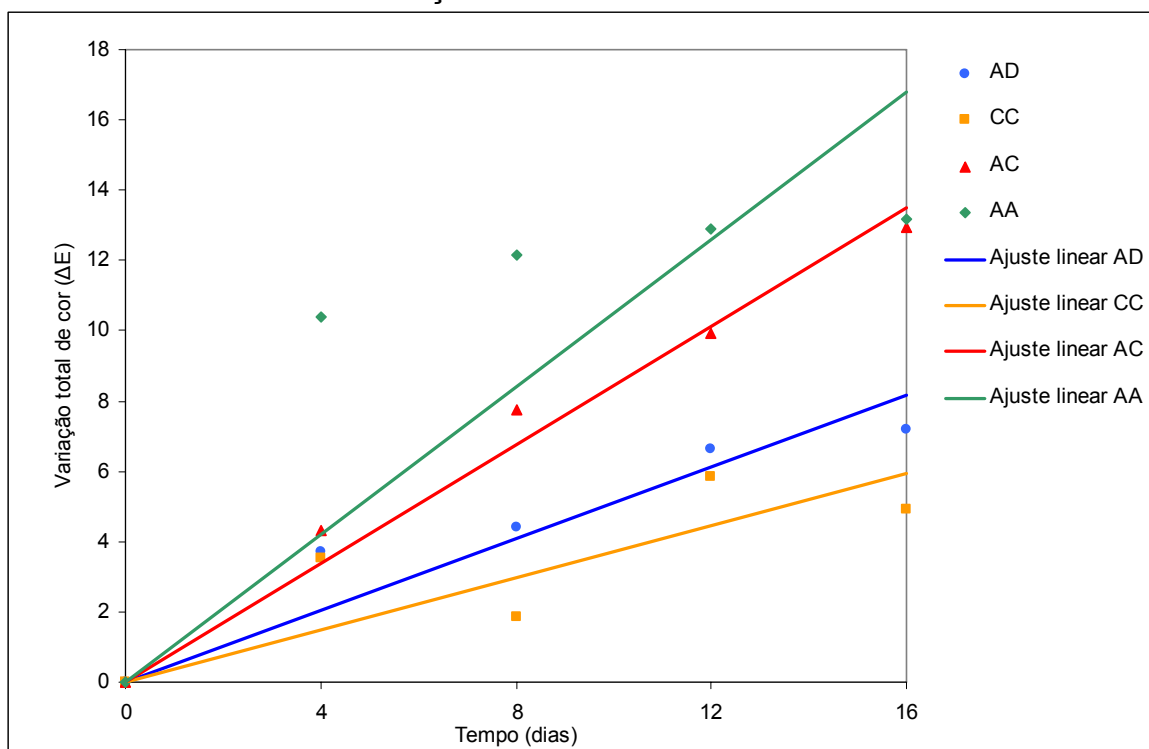
PRÉ- TRATAMENTO	PARÂMETROS	TEMPO (dias)				
		0	4	8	12	16
Água destilada (controle)	L*	28,34 ^a	26,07 ^{ab}	25,39 ^{ab}	24,33 ^{bc}	22,04 ^c
	a*	-5,16 ^d	-4,55 ^{cd}	-3,66 ^{bc}	-2,83 ^{ab}	-2,08 ^a
	b*	27,43 ^a	24,53 ^{bc}	24,54 ^{bc}	22,67 ^c	25,77 ^{ab}
Cloreto de Cálcio	L*	40,07 ^a	37,94 ^{ab}	38,41 ^{ab}	37,7 ^{ab}	35,85 ^b
	a*	-6,26 ^b	-5,73 ^{ab}	-5,64 ^{ab}	-5,53 ^{ab}	-5,06 ^a
	b*	21,08 ^a	23,85 ^b	20,54 ^b	15,79 ^c	18,9 ^b
Ácido cítrico	L*	34,05 ^a	32,05 ^a	32,34 ^a	28,7 ^b	24,13 ^c
	a*	-5,11 ^b	-4,49 ^{ab}	-4,2 ^{ab}	-3,71 ^a	-3,26 ^a
	b*	24,32 ^a	20,56 ^b	16,8 ^c	16,1 ^c	16,25 ^c
Ácido ascórbico	L*	36,27 ^a	31,99 ^b	30,5 ^{bc}	30,27 ^{bc}	28,7 ^c
	a*	-5,53 ^d	-4,67 ^c	-3,79 ^b	-3,31 ^b	-2,38 ^a
	b*	21,85 ^c	12,44 ^b	11,31 ^{bc}	10,63 ^c	11,53 ^{bc}

NOTA: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo Teste de Tukey.

Pode-se afirmar que o tratamento que proporcionou o menor escurecimento das fatias durante o armazenamento foi o cloreto de cálcio, ao contrário do ácido cítrico. A preservação da cor verde foi garantida com o tratamento com cloreto de cálcio e a cor amarela sofreu menor variação nas fatias do tratamento controle (água destilada).

Através da análise da Figura 15, percebe-se que a variação total da cor das fatias de kiwi ocorreu em menor escala no pré-tratamento químico com cloreto de cálcio, atingindo o valor final de 4,89. em seguida, o tratamento controle proporcionou o valor de ΔE^* de 7,20. Os valores finais de ΔE^* para o pré-tratamento com ácido cítrico (12,92) e ácido ascórbico (13,18) diferiram estatisticamente dos demais ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey (Apêndice 06).

FIGURA 15 - VARIAÇÃO TOTAL DE COR (ΔE^*) EM FATIAS DE KIWI OSMOTICAMENTE DESIDRATADAS ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO



NOTA: AD: Água destilada
 CC: Cloreto de cálcio
 AC: Ácido cítrico
 AA: Ácido ascórbico

5 CONCLUSÕES

Pré-Tratamento Químico:

- As fatias imersas nas soluções de ácido cítrico e ácido ascórbico apresentaram variações nos teores de acidez, relação sólidos solúveis/acidez e vitamina C. Já para os tratamentos controle e cloreto de cálcio não ocorreram variações significativas nas características físico-químicas.

Desidratação Osmótica:

- O tratamento com cloreto de cálcio proporcionou maior ganho de sólidos;
- A perda de água foi maior para as fatias que receberam tratamento com ácido cítrico e ácido ascórbico, podendo ser explicada pela desestruturação dos tecidos da fruta;
- A perda de peso apresentou um comportamento semelhante à perda de água;
- Os maiores coeficientes de desempenho foram para o tratamento controle (água destilada) e o tratamento com cloreto de cálcio foi o que proporcionou menores valores deste coeficiente. O fato pode estar relacionado à capacidade do cálcio em manter a estrutura celular do kiwi, impedindo a saída de água e também o alto ganho de sólidos;
- Os valores finais de atividade de água das fatias de kiwi não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos;
- Ocorreu um aumento no teor de sólidos solúveis. A acidez diminuiu, devido à migração de componentes do fruto para a solução, juntamente com a saída de água, e devido à degradação térmica dos ácidos da fruta; A menor perda de acidez foi verificada no tratamento com cloreto de cálcio. Os valores da relação sólidos solúveis/acidez titulável apresentaram ao final do processo mais que o triplo do inicial para todos os tratamentos;
- As perdas de vitamina C representaram em média 40% do conteúdo inicial. O tratamento controle proporcionou maior perda de vitamina C durante o processo e os tratamentos com ácido cítrico e ascórbico proporcionaram menores perdas de vitamina C;

- As maiores variações na luminosidade L^* ocorreram no tratamento controle (água destilada). O cloreto de cálcio melhor preservou a cor verde dos kiwis. A solução controle (água destilada) preservou a tonalidade amarela inicial do kiwi no processamento. As amostras do tratamento controle (água destilada) sofreram maior variação total na cor. Já as amostras tratadas com cloreto de cálcio apresentaram menores valores para esse atributo.

Análise Sensorial:

- A análise sensorial mostrou que o kiwi tratado com ácido ascórbico apresentou maior rejeição pelos provadores. O alto ganho de sólidos e os valores da relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável das fatias tratadas com cálcio refletiram na boa aceitação sensorial.

Armazenamento Refrigerado:

- O tratamento que apresentou variações na umidade das fatias no decorrer do armazenamento foi o controle (água destilada). A atividade de água não variou durante o armazenamento;
- Não houve alterações significativas no teor de sólidos solúveis das fatias de kiwi no armazenamento refrigerado. A acidez titulável não variou significativamente. A relação sólidos solúveis/acidez titulável diferiu para os tratamentos controle (água destilada) aos 12 dias de armazenamento refrigerado, e aos 16 dias para o pré-tratamento com cloreto de cálcio;
- O teor de vitamina C teve maior variação nas fatias do tratamento controle (água destilada). As menores perdas de vitamina C ocorreram nos pré-tratamentos com ácido cítrico e ácido ascórbico;
- O tratamento que proporcionou o menor escurecimento das fatias foi o cloreto de cálcio, ao contrário do controle. A preservação da cor verde foi garantida com o tratamento cloreto de cálcio e a cor amarela sofreu menor variação nas fatias do tratamento controle (água destilada). A maior variação total da cor das fatias foi no tratamento controle.

A partir dos resultados obtidos constata-se que o pré-tratamento com cloreto de cálcio ocasionou uma melhor manutenção das características do kiwi *in natura* durante o processo de desidratação osmótica e também durante o armazenamento refrigerado. As maiores alterações ocorridas durante o tempo de armazenamento foram com relação à coloração do produto.

É possível obter um produto com características diferenciadas através de um processamento brando como a desidratação osmótica, combinada com um pré-tratamento químico, com vistas a agregação de valor à matéria-prima e viabilizando um produto com a composição próxima a do fruto *in natura*.

REFERÊNCIAS

ABBOT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 207-225, 1999.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas. NBR 12806: Terminologia**. Rio de Janeiro, 1993. 8 p.

AFONSO, T.; LOPES, V. Um fruto exótico. **Alimentar**, Lisboa, ano 8, n. 35, p. 49-52, 1993.

ALBUQUERQUE, R. de. Fruta com nome de Passarinho. **Revista Natureza**. São Paulo: Europa, n. 201. 2004.

ANTONIO, G. C. **Influência da estrutura celular e da geometria da amostra na taxa de transferência de massa do processo de desidratação osmótica de banana nanica (*Musa cavendish*) e de mamão formosa (*Carica papaya L.*)** 2002. 105p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

AOAC. - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14. ed. Washington, 1984.

ARTHEY, D.; ASHURST, P. R. **Processado de Frutas**. Zaragoza: Acribia, 1997.

ASHURST, P. R. **Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gás**. Zaragoza: Acribia, 1999.

BALSINI, I. **Análise sensorial e retenção de vitamina C em brócolis submetido a diferentes processos de cocção**. Curitiba, 2003. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; VEGA-MERCADO, H. **Deshidratación de Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 297 p.

BERISTAIN, C. I.; AZUARA, E.; CORTÊS, R.; GARCIA, H. S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 25, 1990.

BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. Storage Stability of Minimally Processed Fruit. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 13, p. 281-292, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n° 34, de 16 de janeiro de 1998. Normas de identidade e qualidade do kiwi. **Diário Oficial da União**, 1998.

BUCHWEITZ, P. R. **Avaliação da pré-secagem osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa*) complementada por processos convencionais**. Campinas, 2005. 223 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

CACIOPPO, A. **O Cultivo do Quivi**. Lisboa: Presença, 1989.

CALVO, C.; DURÁN, L. Propiedades Físicas II – Ópticas y color. In: 122 CITED – Instituto Politécnico Nacional. **Temas en Tecnología de alimentos**, v. 1. Mexico, Ed: José Miguel Aguilera, v. 1, 1997.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. Alimentos para fins especiais: dietéticos. São Paulo: Varela, 1996. 423p.

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. de O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.5, p. 679-685, 2002.

CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; TALENS, P.; MORAGA, G. Changes in mechanical properties throughout osmotic process (Cryoprotectant effect). **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 129-135, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

COCCI, E.; ROCCULI, P.; ROMANI, S.; DALLA ROSA, M. Changes in nutritional properties of minimally processed apple slices during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 265-271, 2006.

CONTRERAS, J. E.; SMYRL, T. G. An evaluation of osmotic concentration of apple rings using corn syrup solid solutions. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Ottawa, v. 14, n. 4, p. 310-314, 1991.

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie. **El pequeño (souci-fachmann-kraut)** : tablas de composición de alimentos. Zaragoza: Acribia, 1999. 430 p. ISBN 84-200-0865-6

DONADIO, L. C. Produtividade, qualidade e diversificação. **Revista Frutas & Cia.**, São Paulo, n.1, p.4-6, 2000.

DUCROQUET, J. P. H. J. Actinidia da China: um fruto exótico. **Boletim técnico da EMPASC** – Série Fruteiras, Florianópolis, n. 2, 10p, 1977.

EL-BULUK, R. E.; BABIKER, E. E.; EL TINAY, A. H. Biochemical and physical in fruits of four guava cultivars during growth and development. **Food Chemistry**, v. 54, p. 279-282, 1995.

ESCRICHE, I.; GARCIA-PINCHI, R.; ANDRÉS, A.; FITO, P. Osmotic dehydration of kiwifruit (*Actinidia chinensis*): fluxes and mass transfer kinetics. **Journal of Food Processing**, Trumbull, v. 23, n. 3, p. 191-205, 2000.

FAVIER, J. C. **Repertório Geral dos Alimentos: Tabela de Composição**. 2. ed. São Paulo: Roca, 1999.

FENEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3. ed. Marcel Dekker, Inc., 1996.

FEPAGRO. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. **Kiwi é alternativa para agricultores da Serra Gaúcha**. Disponível em: <http://www.fepagro.rs.gov.br/index.php?acao=not&cod_noticia=53&int_novidade=&pag=32> Acesso em 10 de janeiro de 2007.

FERGUSON, A. R.; BOLLARD, E. G. Domestication of the kiwifruit. In: WARRINGTON, I. F.; WESTON, G. C. **Kiwifruit: Science and Management**, Auckland: Horticultural Science, p. 165-256, 1990.

FERRARI, C. C.; RODRIGUES, L. K.; TONON, R. V.; HUBINGER, M. D. Cinética de transferência de massa de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 3, p. 564-570, 2005.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C.; SILVA, M. A. A. P.; CHAVES, J. B. P.; BARBOSA, E. M. M. **Análise Sensorial: Testes discriminativos e afetivos**. Campinas SBCTA, 2000. 127p (Manual: Série Qualidade).

FRANCIS, F. J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, v. 6, p. 149-155, 1995.

GARROTE, R. L.; BERTONE, R. A. Osmotic concentration at 50°C of pear and apple cubes and strawberry halves. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Londres, v. 15, n. 6, p. 133-138, 1992.

GOULARTE, V.D.S.; ANTUNES, E.C.; ANTUNES, P.L. Qualidade de maçã Fuji osmoticamente concentrada e desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n.2, p. 160-163, 2000.

GIANGIÁCOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit. Part 1: sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 11, n. 3, p. 183-195, 1987.

GIL, M. L.; GORNY, J. R.; KADER, A. A. Responses of “Fuji” apple slices to ascorbic acid treatments and low oxygen atmospheres. **HortScience**. Alexandria, v. 33, n. 2, p. 305-309, 1998.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986.

HAWKES, J.; FLINK, J. Osmotic concentration of papaya: influence of processes variables on the quality. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 2, n. 4, p. 265-284, 1978.

HENG, H.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variables on the product quality. **Sciences des Aliments**, v. 10, p. 831-848, 1990.

HUNTERLAB. **Applications Note**. v. 8, n. 7, 1996. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>> Acesso em 14 de agosto de 2006.

HUNTERLAB. **Applications Note**. v. 13, n. 2, 2001. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>> Acesso em 14 de agosto de 2006.

IAL – NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: O Instituto, v. 1, 3. ed. 1985.

ILKER, R.; SZECSNIAK, A. S. Structural and chemical basis for texture of plant foodstuffs. **Journal of Texture Studies**, v. 21, p. 1-36, 1990.

JUNQUEIRA, P. **Fisiologia pós-colheita do kiwi**. IN: I Simpósio Brasileiro da Cultura do kiwi, 1994, Farroupilha. Anais. p. 17-23, 1994.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992.

KASTER, L. C. A situação da cultura do kiwi no Brasil. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO KIWI, 1994, Farroupilha. **Anais**. Farroupilha: Embrapa, 1994. p. 1-2.

KOROLKOVAS, A.; BURCKHALTER, J. H. Vitaminas hidrossolúveis *in* KOROLKOVAS, A.; BURCKHALTER, J. H. **Química farmacêutica**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1982.

KOWALSKA, H.; LENART, A. Mass Exchange during osmotic pretreatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, n. 49, p. 137-140, 2001.

LABUZA, T. P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. **Journal of Chemical Education**, v. 61, n. 4, p. 348-358, 1984.

LAZARIDES, H. N.; MAVROUDIS, N. E. Kinetics of osmotic dehydration of a highly shrinking vegetable tissue in a salt-free medium. **Journal of Food Engineering**, v. 30, p. 61-74, 1996.

Le kiwi. **Journal de pédiatrie et de puericulture**. n. 17, p. 125-127, 2004.

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: Technology and application. **Drying technology**, v. 14, p. 391-413, 1996.

LIMA, A. S.; RAMOS, A. L. D.; MARCELLINI, P. S.; FARAONI, A. S. Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 01, p.149-152, 2005.

LODGE, N.; ROBERTSON, G. L. Processing of kiwifruit. In: WARRINGTON, I. J.; WESTON, G. C. **Kiwifruit: Science and Management**, New Zealand Society for Horticultural Science, Chap. 17, p. 460-483, 1990.

LOZANO, J. E; IBARZ, A. Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 31, p 365-373, 1997.

MAEDA, M.; LORETO, R. L. Desidratação osmótica de bananas. **Seminário Ciências Agrícolas**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 60-67, mar. 1998.

MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica* L.) variedade *Tommy Atkins* desidratada**. Curitiba, 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná.

MATTIUZ, B. **Enraizamento de estacas de kiwi (*Actinidia deliciosa* A. Chev.)**. Pelotas, 1995, 94p. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas.

MATUSKA, M.; LENART, A.; LAZARIDES, H. N. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solid uptake. **Journal of Food engineering**, v. 72, p.85-91, 2006.

MEILGAARD, M; CIVILLE G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1991, 394 p.

MERVYN, L. **Dicionário de Vitaminas – Um guia completo das vitaminas e da vitaminoterapia**. 2. ed. São Paulo: Ground, 1993.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY, **MSTAT-C**, versão 2.10, East Lansing, MI, 1989, 2 disquetes 3^{1/2} pol., MSDOS.

MIZRAHI, S; EICHLER, S; RAMON, O. Osmotic dehydration phenomena in gel systems. **Journal of Food Engineering**, n. 49, p. 87-96, 2001.

MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: CEPPA, Universidade Federal do Paraná. 1984, 100 p.

MOSER, U.; BENDICH, A. V. Vitamin C *in* BENDICH, A.; MOSER, U. **Handbook of Vitamins**. 2. ed. Nova York: Dekker, 1991.

MOTA, R. V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssgo submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 25, n. 1, p. 789-794, 2005.

MOTOHASHI, N.; SHIRATAKI, Y.; KAWASE, M.; TANI, S.; SAKAGAMI, H.; SATOH, K.; KURIHARA, T.; NAKASHIMA, H.; MUCSI, I.; VARGA, A.; MOLNÁR, J. Cancer prevention and therapy with kiwifruit in Chinese folklore medicine: a study of kiwifruit extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p. 357-364, 2002.

NAKATANI, H. Y.; BARBER, J.; FORRESTER, J. A. Surface charges on chloroplast membranes as studied by particle electrophoresis. **Biochimica et Biophysica Acta**. v. 504, p. 215-225, 1979.

NIETO, A. B.; SALVATORI, D. M.; CASTRO, M. A.; ALZAMORA, S. M. Structural changes in apple tissue during glucose and sucrose osmotic dehydration: shrinkage, porosity, density and microscopic features. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 269-278, 2004.

OLIVEIRA, F. A. R.; OLIVEIRA, J. C. **Processing Foods Quality Optimization and Process Assessment**. Boca Ratón: CRC Press, 1999.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos**. v.1. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PADULA, M., OLIVEIRA, L. M. **Embalagem para alimentos desidratados**. In: ITAL. Desidratação de frutas e hortaliças. Campinas: ITAL, 1987. p. 284-338.

PAGINA RURAL. Site. **Notícias: Inscrições abertas para evento sobre kiwi**. Disponível em:

<http://www.paginarural.com.br/noticias_detalhes.asp?subcategoriaid=78&id=12391> Acesso em 07 de janeiro de 2007.

PANAGIOTOU, N. M.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B. Mass transfer modelling on the osmotic dehydration of some fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 33, n. 3, 1998.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná – SEAB. Departamento de Economia Rural. **Levantamento da produção de kiwi de 1996 a 2004**. Curitiba, 2004.

PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. de L.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CARDELLO, H. M. A. B.; HUBINGER, M. D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 427-433, 2003.

POKHARKAR, S.M.; PRASAD, S.; DAS, H. A Model for osmotic concentration of bananas slices. **Journal Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 230-232, 1997.

PONTING, J. D.; JACKSON, R.; WATTERS, G. Refrigerated apple slices: effects of pH, sulfites and calcium on texture. **Journal of Food Science**. v. 36, p. 349-350, 1971.

PONTING, J. D. Osmotic dehydration of fruits - recent modifications and applications. **Process Biochemistry**, v. 8, p. 18-20, 1973.

PONTING, J. D.; WATTERS, G.; FORREY, R. R.; JACKSON, R.; STANLEY, W. L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Tecnology**, v. 10, p. 125-128, 1966.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 16, n. 1, p. 86-89, 1986.

PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as an antioxidant. **Hort Science**, Alexandria, v. 28, n. 1, p. 48-50, 1998.

PROTHON, F.; AHRNÉ, L. M. Application of Guggenheim, Anderson and De Boer model to correlate water activity and moisture content during osmotic dehydration of apples. **Journal of Food Engineering**. V. 61, p. 467-470, 2004.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods, **Food Science and Technology**, v. 5, p. 255-260, 1994.

RAOULT-WACK, A.; LENART, A.; GUILBERT, S. Recent advances in dewatering through immersion in concentrated solutions. In: Drying of solids, ed. A. S. Mujumdar. **International Science**, New York, p. 211-251, 1992.

RAOULT-WACK, A. L.; RIOS, G.; SAUREL, R.; GIROUX, F.; GUILBERT, S. Modeling of dewatering and impregnation soaking process (osmotic dehydration). **Food Research International**, v. 27, p. 207-209, 1994.

SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. **Desidratação de Goiaba (*Psidium guajava* L.) por imersão e secagem**. 1999. 102p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

SANJINÉZ-ARGANDOÑA, E. J. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: Avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. 2005. 157p. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

SANTOS, A. M. Kiwi no Brasil: um cultivo que requer cautela. **Hortisul**, Pelotas, v. 1, n. 2, p. 36-40, 1989.

SANTOS, C. N. P. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv Tommy Atkins) parcialmente desidratada por osmose**. Campinas, 2003. 80 p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

SAQUET, A. A.; BRACKMAN, A. A cultura do kiwi. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 177-182, 1995.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA, 2001, 213 p.

SCHUCK, E. Cultivares de quiwi. **Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 9-12, 1992.

SGARBIERI, V. C.; PACHECO, M. T. B. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 2, p. 7-19, 1999.

SHIGEMATSU, E.; EIK, N. M.; KIMURA, M.; MAURO, M. A. Influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 536-545, 2005.

SHUKLA, T. P. Osmotic dehydration. **Cereal Foods World**, v. 26, n. 8, p. 647, 1991.

SIMONETO, P. R.; GRELLMANN, E. O. Cultivares de kiwi com potencial de produção na região da serra do nordeste do Rio Grande do Sul. **Boletim Técnico da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária**, Veranópolis, n. 7, 7p. 1998.

SOUZA, R. C. Controle físico-químico. In: **Curso sobre Tecnologia de Refrigerantes**. Curitiba: Brahma, 1992.

SOUZA NETO, M. A. **Desidratação osmótica de manga Coité com e sem utilização de vácuo com complemento de secagem em estufa**. 2002, 65p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.

SOUZA NETO, M. A. MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Cinética de desidratação osmótica de manga. **Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**. Ponta Grossa, v. 10 n. 2, 2004.

SOUZA, P. V. D.; MARODIN, G. A. B.; BARRADAS, C. I. N. **Cultura do quiwi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996, 104 p.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA - UNICAMP – Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004. 42p.

TALENS, P.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; FITO, P.; CHIRALT, A. Changes in optical and mechanical properties during osmodehydrofreezing of kiwi fruit. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. N. 3, p. 191-199, 2002.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987.

TEIXEIRA NETO, R. O.; JARDIM, D. C. P. **Reações de transformação em alimentos**. In: ITAL. Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados. Campinas: ITAL, 1996. p. 1/1-1/18. (Manual técnico).

TONON, R. V. **Influência das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias de cloreto de sódio e sacarose**. 2005. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, v. 26, p. 59-68, 1993.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, n. 49, p. 247-256, 2001.

TRICHES, D.; SEBBEN, M. **Análise da cultura do kiwi e seu papel para o desenvolvimento da Região de Farroupilha – RS – 1999/2000**. Disponível em: <<http://hermes.ucs.br/ccea/ipes/Textosparadiscussao.html>> Acesso em 10 de janeiro de 2007.

USDA. **National nutrient database for standard reference**. Release 17 (2004). disponível em <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl> acesso em 20 jan. 2006.

VIAL, C.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Osmotic dehydration of kiwi fruits: influence of process variables on the color and ascorbic acid content. **Science des Aliments**, Paris, v. 11, n. 1, 1991.

VILAS BOAS, E. V. de B. Tecnologia de processamento mínimo de banana, mamão e kiwi. In: Seminário Internacional de pós-colheita e processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2002, Brasília. **Anais**. Brasília: Embrapa, 2002, p. 1-7.

VINCI, G.; BOTRÈ, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Food Chemistry**, n. 53, p. 211-214, 1995.

WATADA, A. E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**. Chicago, v. 44, n. 5, p. 116-122, 1992.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997.

WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H. **Composition of Australian Foods**. Food Technology in Australia, 1986.

ZENI, E. **Análise da viabilidade do kiwi em Farroupilha**. Centro de Ciências Sociais Aplicadas da UCS. Caxias do Sul, 48p., 1991.

ZUCCHERELLI, G; ZUCCHERELLI, G. **La Actinidia (kiwi)**. Madrid: Mundi-Prensa, 228p., 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE 01 – TESTE DE TUKEY PARA OS VALORES FINAIS DE GANHO DE SÓLIDOS NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE KIWI SUBMETIDO A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

Data File : TRANSFERENCIA DE MASSA
Title : MEDIAS GANHO DE SOLIDOS

Case Range : 14 - 17
Variable 4 : GS
Function : _RANGE_

Error Mean Square = 0.06800
Error Degrees of Freedom = 8
No. of observations to calculate a mean = 3

Tukey's Honestly Significant Difference Test

s_ = 0.1506 at alpha = 0.050

x

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	3.330	B	Mean	2 =	4.930	A
Mean	2 =	4.930	A	Mean	3 =	3.440	B
Mean	3 =	3.440	B	Mean	1 =	3.330	B
Mean	4 =	3.170	B	Mean	4 =	3.170	B

Pré-tratamentos

Mean 1 = Controle (AD)
Mean 2 = Cloreto de Cálcio (CC)
Mean 3 = Ácido cítrico (AC)
Mean 4 = Ácido ascórbico (AA)

APÊNDICE 02 – TESTE DE TUKEY PARA OS VALORES FINAIS DE PERDA DE ÁGUA NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE KIWI SUBMETIDO A DIFEENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

Data File : TRANSFERENCIA DE MASSA
Title : MEDIAS PERDA DE AGUA

Case Range : 14 - 17
Variable 5 : PA
Function : _RANGE_

Error Mean Square = 0.4520
Error Degrees of Freedom = 8
No. of observations to calculate a mean = 3

Tukey's Honestly Significant Difference Test
s_ = 0.3882 at alpha = 0.050

x

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	20.52	C	Mean	4 =	26.87	A
Mean	2 =	22.86	B	Mean	3 =	26.26	A
Mean	3 =	26.26	A	Mean	2 =	22.86	B
Mean	4 =	26.87	A	Mean	1 =	20.52	C

Pré-tratamentos

Mean 1 = Controle (AD)
Mean 2 = Cloreto de Cálcio (CC)
Mean 3 = Ácido cítrico (AC)
Mean 4 = Ácido ascórbico (AA)

APÊNDICE 03 – TESTE DE TUKEY PARA OS VALORES FINAIS DE PERDA DE PESO NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE KIWI SUBMETIDO A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

Data File : TRANSFERENCIA DE MASSA
Title : MEDIAS PERDA DE PESO

Case Range : 14 - 17
Variable 3 : PP
Function : _RANGE_

Error Mean Square = 1.210
Error Degrees of Freedom = 8
No. of observations to calculate a mean = 3

Tukey's Honestly Significant Difference Test
s_ = 0.6351 at alpha = 0.050
x

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	17.18	B	Mean	4 =	23.70	A
Mean	2 =	17.93	B	Mean	3 =	22.82	A
Mean	3 =	22.82	A	Mean	2 =	17.93	B
Mean	4 =	23.70	A	Mean	1 =	17.18	B

Pré-tratamentos

Mean 1 = Controle (AD)
Mean 2 = Cloreto de Cálcio (CC)
Mean 3 = Ácido cítrico (AC)
Mean 4 = Ácido ascórbico (AA)

APÊNDICE 04 – TESTE DE TUKEY PARA OS VALORES FINAIS DE ATIVIDADE DE ÁGUA NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE KIWI SUBMETIDO A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

Data File : ATIVIDADE DE AGUA
Title : MEDIAS FINAIS AW

Case Range : 18 - 21
Variable 3 : AW
Function : _RANGE_

Error Mean Square = 0.0001000
Error Degrees of Freedom = 8
No. of observations to calculate a mean = 3

Tukey's Honestly Significant Difference Test
s_ = 0.005774 at alpha = 0.050

x

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	0.9747	A	Mean	1 =	0.9747	A
Mean	2 =	0.9733	A	Mean	2 =	0.9733	A
Mean	3 =	0.9703	A	Mean	3 =	0.9703	A
Mean	4 =	0.9677	A	Mean	4 =	0.9677	A

— Pré-tratamentos

Mean 1 = Controle (AD)
Mean 2 = Cloreto de Cálcio (CC)
Mean 3 = Ácido cítrico (AC)
Mean 4 = Ácido ascórbico (AA)

APÊNDICE 05 – TESTE DE TUKEY PARA OS VALORES FINAIS NA VARIAÇÃO TOTAL DE COR DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE KIWI SUBMETIDO A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

Data File : _DELTA E PROCESSO_
 Title : Medias finais

Case Range : 14 - 17
 Variable 3 : deltae
 Function : _RANGE_

Error Mean Square = 1.003
 Error Degrees of Freedom = 8
 No. of observations to calculate a mean = 3

Tukey's Honestly Significant Difference Test
 s_ = 0.5782 at alpha = 0.050
 x

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	17.65	A	Mean	1 =	17.65	A
Mean	2 =	13.95	B	Mean	4 =	15.01	B
Mean	3 =	14.62	B	Mean	3 =	14.62	B
Mean	4 =	15.01	B	Mean	2 =	13.95	B

Pré-tratamentos

Mean 1 = Controle (AD)
 Mean 2 = Cloreto de Cálcio (CC)
 Mean 3 = Ácido cítrico (AC)
 Mean 4 = Ácido ascórbico (AA)

APÊNDICE 06 – TESTE DE TUKEY PARA OS VALORES FINAIS NA VARIAÇÃO TOTAL DE COR DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE KIWI OSMOTICAMENTE DESIDRATADO SUBMETIDO A DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS QUÍMICOS

Data File : Delta E Armazenamento
Title : medias finais

Case Range : 13 - 16
Variable 4 : delta E
Function : _RANGE_

Error Mean Square = 0.7950
Error Degrees of Freedom = 8
No. of observations to calculate a mean = 3

Tukey's Honestly Significant Difference Test
s_ = 0.5148 at alpha = 0.050
x

Original Order				Ranked Order			
Mean	1 =	7.20	B	Mean	4 =	13.18	A
Mean	2 =	4.89	B	Mean	3 =	12.92	A
Mean	3 =	12.92	A	Mean	2 =	4.89	B
Mean	4 =	13.18	A	Mean	1 =	7.20	B

Pré-tratamentos

Mean 1 = Controle (AD)
Mean 2 = Cloreto de Cálcio (CC)
Mean 3 = Ácido cítrico (AC)
Mean 4 = Ácido ascórbico (AA)